OTTOBRE 2024

DBA PRO

VITTUONE DATA CENTER

LOCALITÀ: VITTUONE

COMUNE: VITTUONE (MI)

Piano Attuativo per la realizzazione di un datacenter

ELABORATO 04

STRATEGIA DI APPLICAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Progettista

Santina Maddè / Ordine Ing. Prov. MI n. A21616

Coordinamento

Carolina Ferraro / Ordine Ing. Prov. MI n. A34426

Codice elaborato

3372_6299_R04_Rev0_Strategia di applicazione dell'invarianza idraulica

Firmato digitalmente da: SANTINA MADDE'
Data: 19/12/2024 15:20:25

Montana S.p.A.
Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90
Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €
www.montanambiente.com

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
3372_6299_R04_Rev0_Strategia di applicazione dell'invarianza idraulica	10/2024	Prima emissione	C. Ferraro	F. Lassini	S. Maddè

Visto
Il Direttore Tecnico
Alberto Angeloni

Gruppo di lavoro per l'elaborato

Nome e cognome	Ruolo/Temi trattati	Ordine professionale
Santina Maddè	Project Manager	Ordine Ing. Prov. MI / n. A21616
Carolina Ferraro	Coordinatore - Ingegnere idraulico	Orine. Ing. Prov. MI / n. A34426
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Prov. MI / n. A29719

INDICE

1. SCOPO DEL LAVORO 5
2. INQUADRAMENTO GENERALE 6
2.1 LOCALIZZAZIONE 6
2.2 COPERTURA DEL SUOLO 7
3. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO 9
3.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO REGIONALE 9
3.2 RAPPRESENTAZIONE DELLE CURVE DI LIVELLO 10
3.3 ANALISI DELLE PENDENZE 11
3.4 RILIEVO TOPOGRAFICO 11
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO 12
4.1 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA A LIVELLO LOCALE 13
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 15
5.1 ANDAMENTO DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO 15
5.2 INQUADRAMENTO PIEZOMETRICO LOCALE 16
5.3 MISURAZIONI IN SITO DEL LIVELLO DI FALDA 19
6. PERMEABILITÀ DEL SITO 21
7. IDROGRAFIA DEL TERITORIO 22
7.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE 22
7.2 VALUTAZIONI PRELIMINARI DEI SOTTOBACINI SCOLANTI 25
8. SOTTOSERVIZI PRESENTI NELL'AREA 28
9. PREVISIONI DI PIANO 30
10. INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO 31
10.1 PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) 31
10.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) 32
11. ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE 34
12. STUDIO PRELIMINARE PER L'INVARIANZA IDRAULICA 37
12.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO – R.R 7/2017 37
12.2 STUDIO IDROLOGICO 38
12.2.1 Scelta del tempo di ritorno 38
12.2.2 Valutazione coefficiente di deflusso medio ponderale 38
12.2.3 Superficie scolante impermeabile 39
12.2.4 Individuazione classe di intervento 40
12.2.5 Calcolo preliminare del volume di laminazione 40
13. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PER LE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA 42
13.1 IPOTESI POSIZIONAMENTO BACINO DI LAMINAZIONE E INFILTRAZIONE E DESCRIZIONE DELL'OPERA 42
13.2 INDIVIDUAZIONE DEL RICETTORE DI SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE 45
13.3 INSERIMENTO NBS ALL'INTERNO DEL MASTERPLAN 46
14. CONCLUSIONI 49

ALLEGATO

ALLEGATO 01 Planimetria opere idrauliche

1. SCOPO DEL LAVORO

Il presente elaborato fa parte delle relazioni specialistiche in accompagnamento a un Piano Attuativo per la realizzazione di un datacenter nel comune di Vittuone (MI).

Lo scopo dello studio è quello di fornire le linee strategiche propedeutiche ad una progettazione sostenibile in tema di gestione delle acque meteoriche ed applicazione dell'invarianza idraulica.

Il presente documento riporta la valutazione del sito in ottica di strategia di gestione sostenibile delle acque meteoriche relativamente al progetto di un nuovo datacenter nel comune di Vittuone analizzando:

- la topografia dello stato di progetto;
- il drenaggio delle acque meteoriche allo stato di fatto e l'individuazione degli eventuali rischi connessi;
- i sottoservizi presenti nell'area sulla base di pianificazioni locali e studi esistenti;
- l'analisi dell'inquadramento geologico, idrogeologico;
- le eventuali interferenze con le aree a pericolosità idraulica;
- normative vigenti di polizia idraulica;
- linee guida per la progettazione dei dispositivi di invarianza idraulica.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 LOCALIZZAZIONE

Il progetto è localizzato nel comune di Vittuone (MI), a Sud del centro abitato ed in prossimità del confine con il comune di Sedriano (MI).

Il sito confina sul lato meridionale con il Parco Agricolo Sud di Milano.

L'area è accessibile a Nord da via Giovanni Pascoli, traversa di via Per Cisliano. A Nord, parallelamente al sito, corre la SS 11.

Via Giovanni Pascoli lambisce il lato il Nord del sito, taglia perpendicolarmente l'area di intervento e continua adiacente al confine Sud dell'area di interesse.

All'interno della zona Est dell'area è presente una strada sterrata, diramazione di via Giovanni Pascoli.

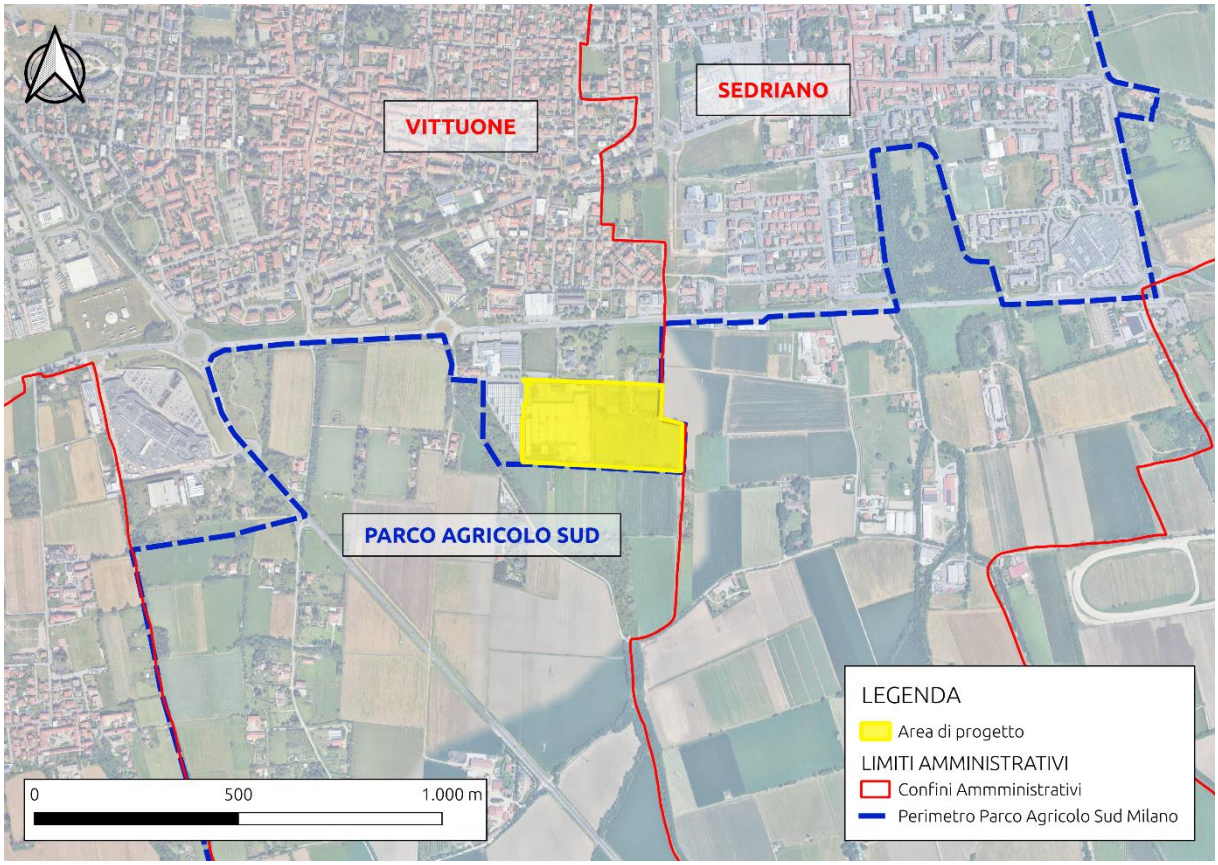


Figura 2.1: Inquadramento territoriale

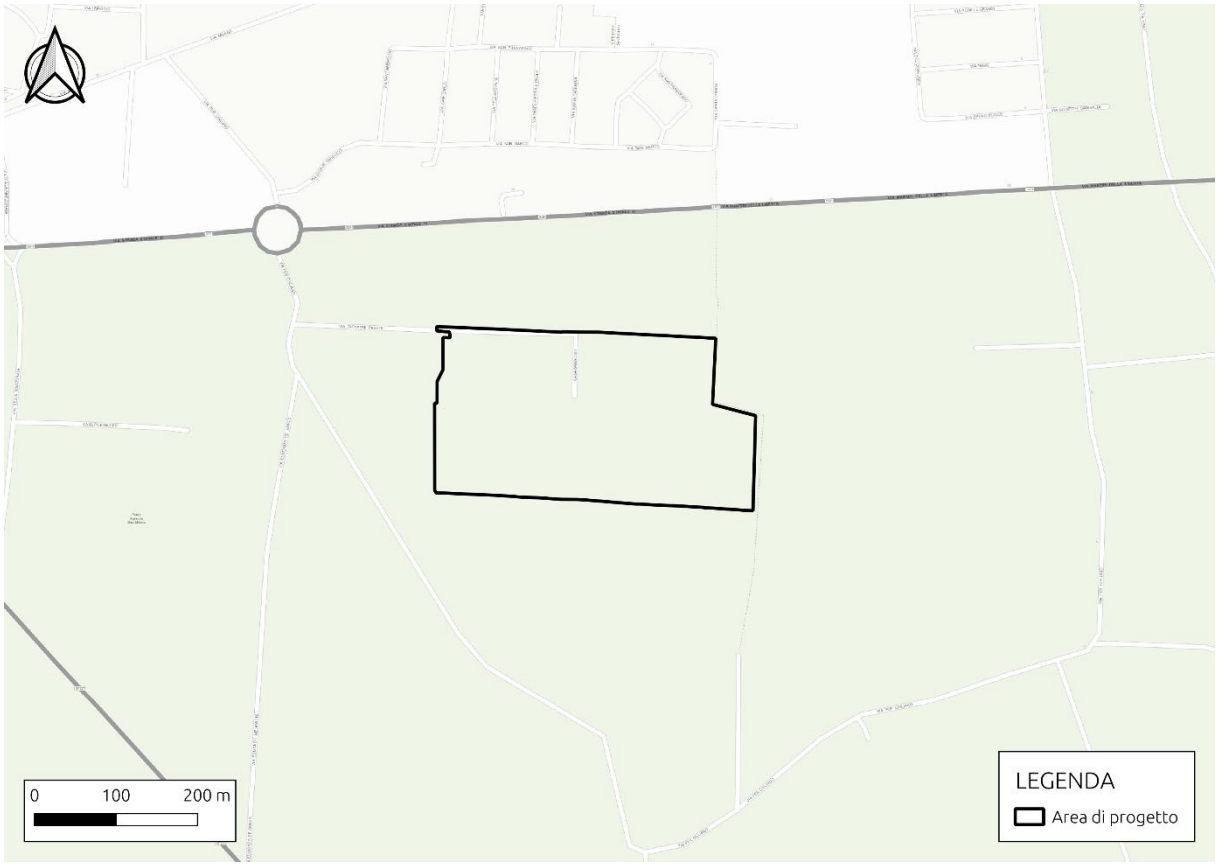


Figura 2.2: Inquadramento stradale

2.2 COPERTURA DEL SUOLO

Le informazioni di seguito presentate sono state dedotte dalla Carte di Uso del Suolo della Regione Lombardia (DUSAF 7.0).

L'area di progetto allo stato di fatto presenta nella zona Ovest, in corrispondenza dell'ex Ceramica Bardelli, una destinazione d'uso individuata con il codice 12111 che corrisponde a *insediamenti industriali, artigianali, commerciali.*

Nella zona Est l'uso del suolo prevalente è individuato dal codice 2111 *"seminativi semplici"*, con l'eccezione di un'area con codice 1123 corrispondente *tessuto residenziale sparso* e dell'area settentrionale che in parte è catalogata come *cespuglieti in aree agricole abbandonate* (codice 3242) e in parte come *orti familiari* (codice 2115).

L'area a Sud e ad Est adiacente al sito è caratterizzata da *seminativi semplici* (codice 2111). Al confine Ovest è presente un'area di *insediamenti industriali, artigianali, commerciali* (codice 12111).

In adiacenza al confine Nord vi sono aree di *seminativi semplici* (codice 2111) e un'area come *parchi e giardini* (codice 1411).

Si evidenzia che in prossimità del lato Ovest dell'area di progetto vi è una zona, in corrispondenza di un fontanile, catalogata con codice 31111, ovvero *boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo*.

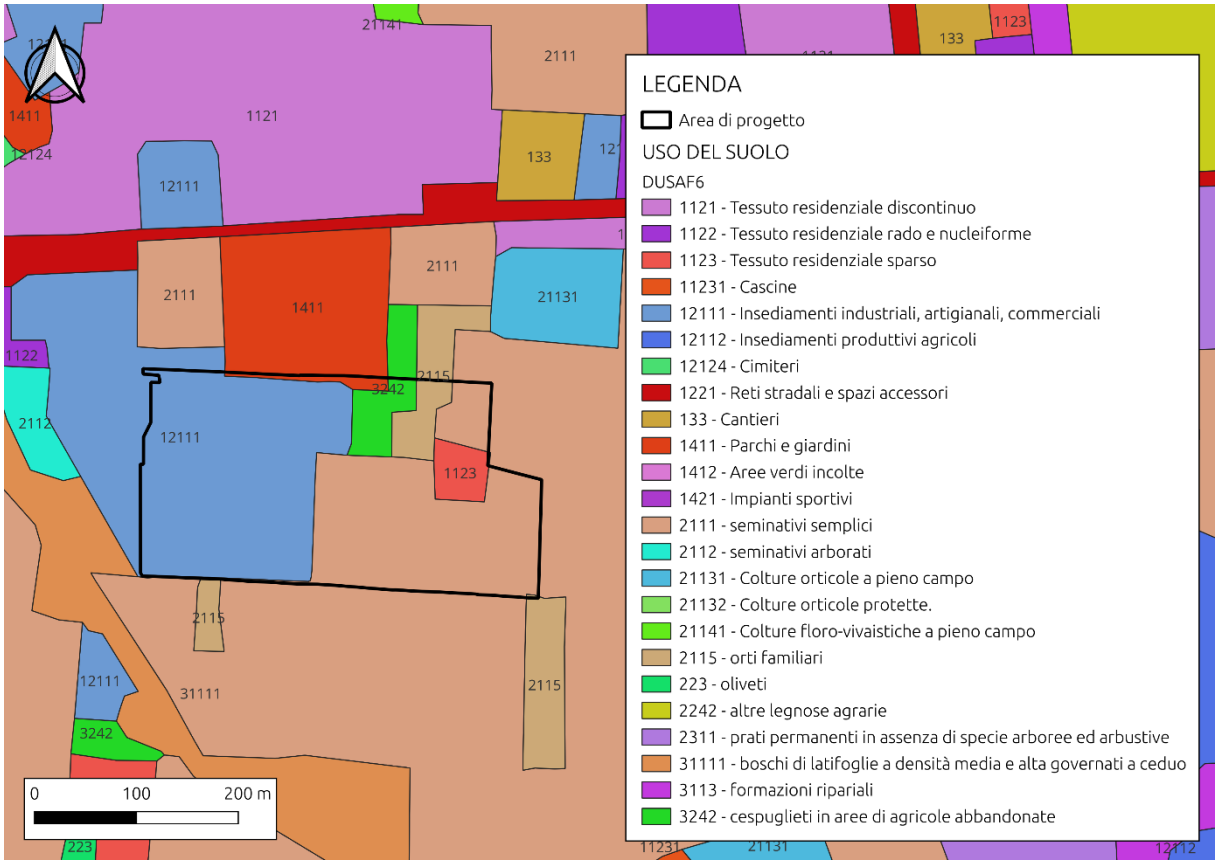


Figura 2.3: Stralcio Carta Uso del Suolo Regione Lombardia (DUSAF 7.0)

3. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

3.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO REGIONALE

Nel presente paragrafo viene presentata la topografia del sito, ricostruita utilizzando il modello digitale del terreno caratterizzato da una risoluzione spaziale 1x1 metri distribuito dal geoportale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, costruito sulla base dei dati Lidar rilevati.

Dal DTM si rileva nella zona Ovest il fabbricato principale che rappresenta l'ex ceramificio Bardelli che è stato demolito per la realizzazione dell'intervento in progetto.

L'area di progetto presenta una pendenza principale che degrada da Nord a Sud con valore medio di circa 0,5% come si evince dalle sezioni A-A' (Figura 3.2) e B-B' (Figura 3.3).

Dalla sezione C-C' (Figura 3.4) si può notare che in direzione Est-Ovest il terreno è praticamente orizzontale e che la quota della zona Ovest dell'area è di circa 80 cm superiore rispetto alla quota della zona orientale.

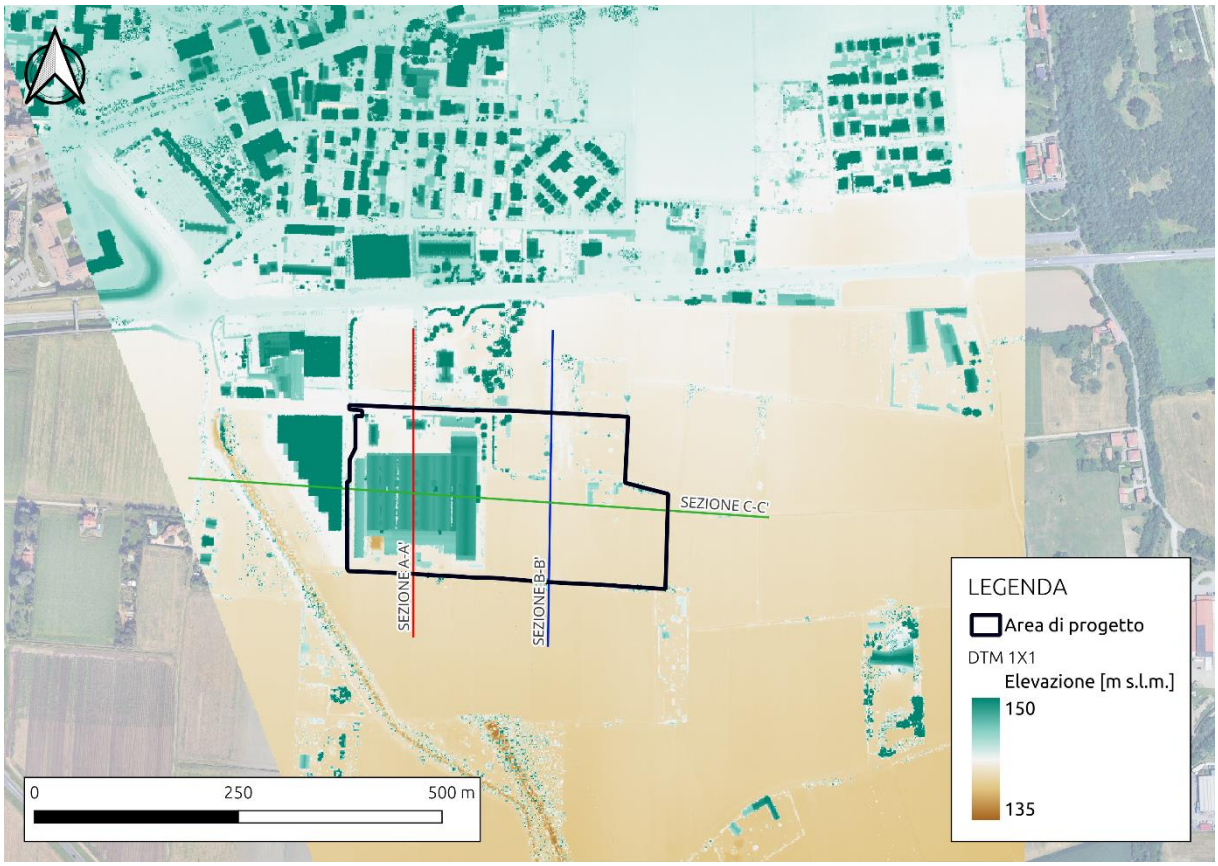


Figura 3.1: Topografia dell'area di progetto (DTM Regionale 1x1)

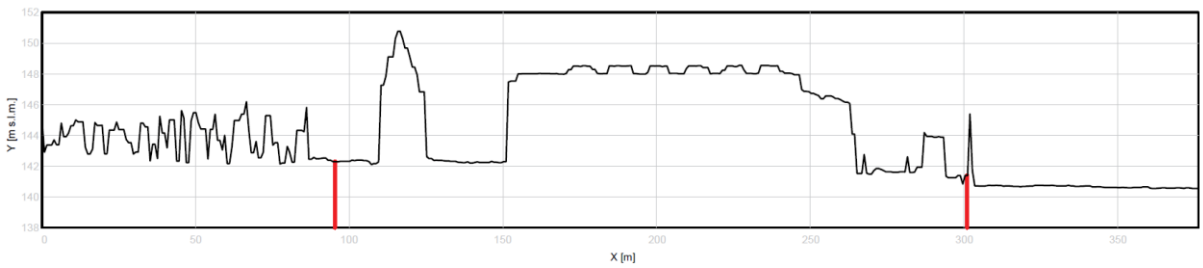


Figura 3.2: Sezione A-A' con esagerazione verticale (Y=5X) da DTM 1x1, in rosso i confini dell'area di progetto

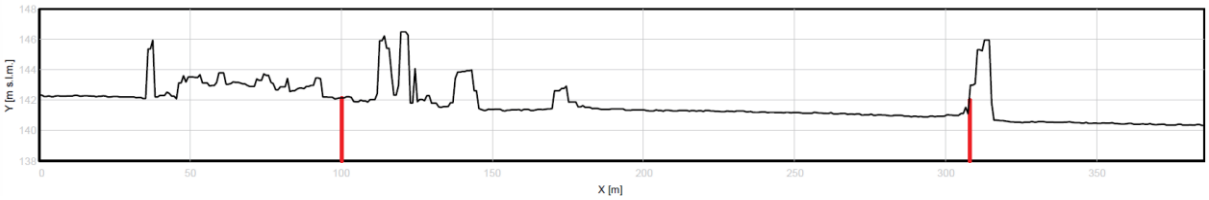


Figura 3.3: Sezione B-B' con esagerazione verticale (Y=5X) da DTM 1x1, in rosso i confini dell'area di progetto

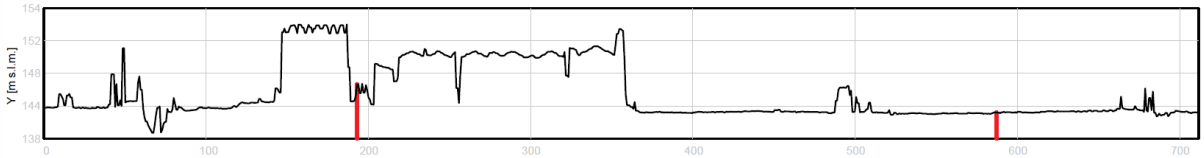


Figura 3.4: Sezione C-C' con esagerazione verticale (Y=5X) da DTM 1x1, in rosso i confini dell'area di progetto

3.2 RAPPRESENTAZIONE DELLE CURVE DI LIVELLO

Nel presente paragrafo si mostrano le curve di livello con passo 50 cm attorno all'area di progetto estratte dalla fonte ministeriale DTM 1x1.

Dalla Figura 3.5 si può evincere la bassa pendenza dell'area, la differenza di quota tra l'area Est e l'area Ovest e la direzione di massima pendenza da Nord a Sud.

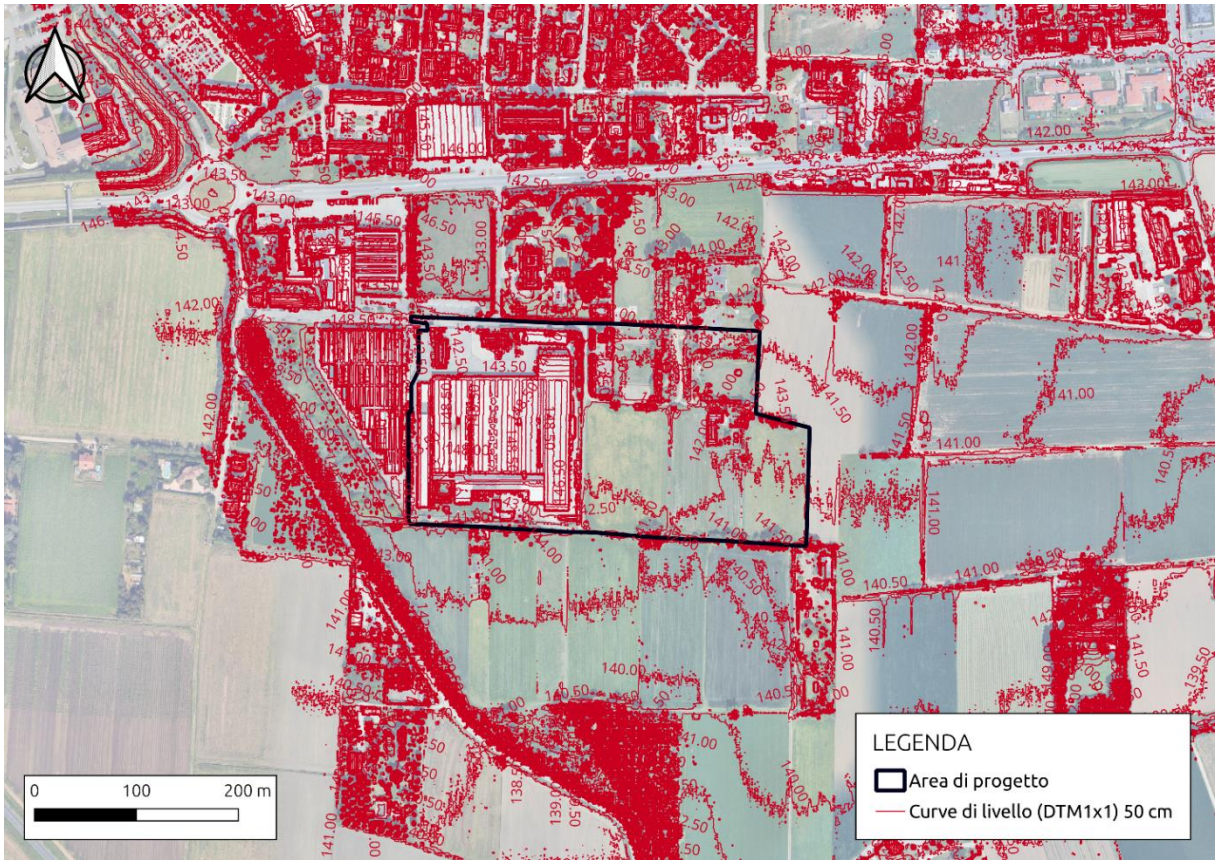


Figura 3.5: Indicazione delle curve di livello con passo 50 cm attorno all'area di progetto

3.3 ANALISI DELLE PENDENZE

Una ulteriore analisi condotta sul modello digitale del terreno riguarda l'andamento delle pendenze topografiche attorno all'area di progetto.

L'analisi delle pendenze nello specifico riguarda la pendenza del singolo pixel del modello digitale del terreno rispetto alla direzione di massima pendenza.

Vengono di seguito presentati i risultati dell'analisi effettuata sul DTM con dimensione pixel 1x1 metro.

Per quanto riguarda la massima pendenza, espressa in percentuale, la maggior parte del sito rientra nelle classi di pendenza <=3% con zone isolate dove la pendenza è maggiore, in corrispondenza delle impronte di edifici o opere esistenti.

In generale, quanto espresso per il sito in oggetto è valido per la maggior parte del circondario con l'esclusione delle zone edificate e degli argini dove si trovano facilmente pendenze locali superiori al 10%.

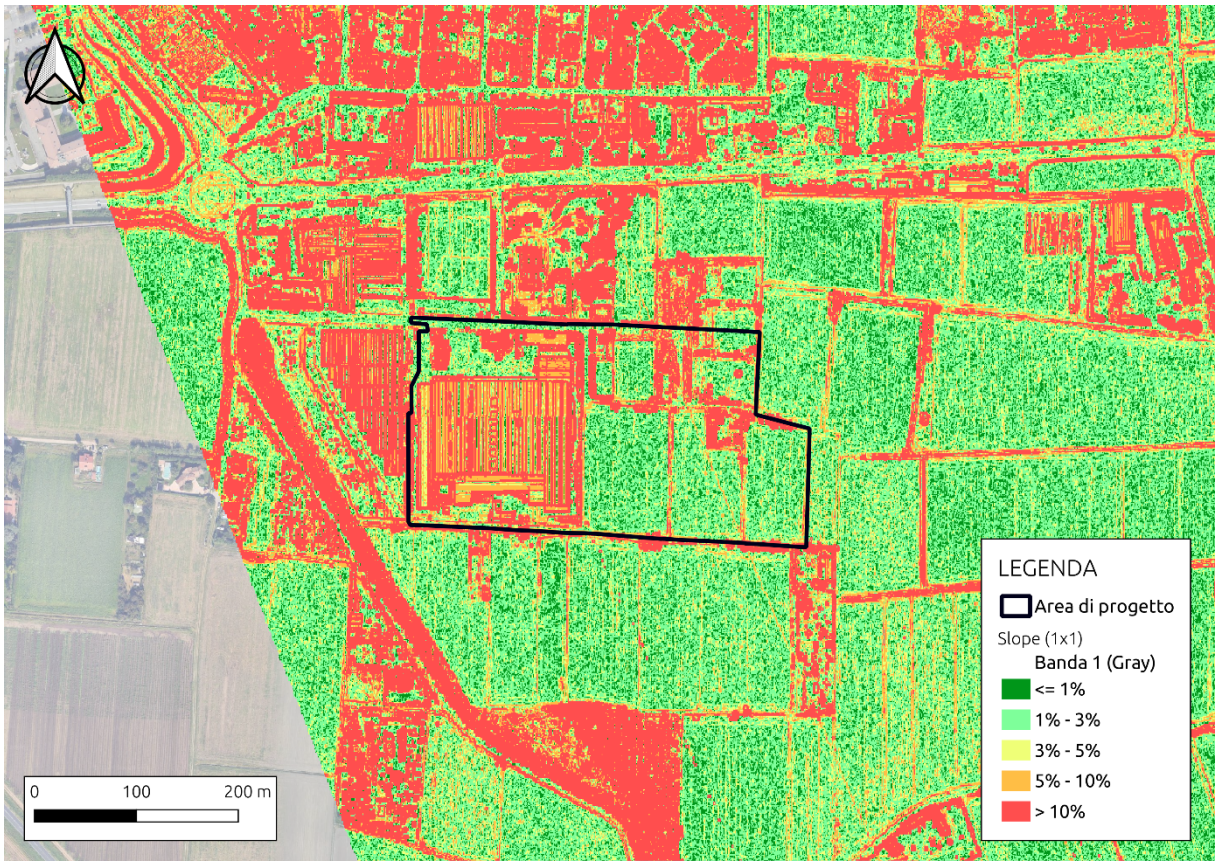


Figura 3.6: Analisi della pendenza - indicazione della massima pendenza in percentuale

3.4 RILIEVO TOPOGRAFICO

Il cliente ha fornito un rilievo topografico della strada via pascoli che passa tra l'area edificata dell'ex ceramificio (ad Ovest) e il campo ad Est e della strada che percorre tutto il lato sud dell'intera area di progetto.

Dal rilievo si conferma la pendenza da Nord a Sud della strada che si approfondisce di circa 1,2 metri e si rileva un dislivello della strada adiacente al lato sud dell'area che si approfondisce di circa 60 cm da Ovest ad Est.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

Per la definizione dell'inquadramento geomorfologico e geologico dell'area in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nella componente geologica allegata ai PGT del Comune di Vittuone.

Il territorio comunale si posiziona nel settore centrale della media pianura milanese ed è caratterizzato da una morfologia subpianeggiante, con quote topografiche digradanti verso Sud da circa 150 m s.l.m. a 132 m s.l.m..

L'assetto morfologico del territorio è costituito da estese piane fluvioglaciali e fluviali di età quaternaria, dove non si rilevano particolari evidenze morfologiche.

L'urbanizzazione sviluppatasi principalmente nella zona settentrionale del territorio comunale ha modificato o cancellato la struttura morfologica ed idrografica originaria della pianura, rendendo pertanto indistinguibili caratteri ed elementi morfologici già di per sé poco evidenti (orli di terrazzo e paleoalvei relitti).

La regolarità della morfologia è interrotta dalla presenza di depressioni artificiali dovute a pregresse attività estrattive. In territorio di Vittuone non vi sono ambiti estrattivi attivi; sono viceversa presenti piccole aree oggetto di pregressa attività estrattiva attualmente per la maggior parte tombate.

Le caratteristiche morfologiche ed idrografiche, tuttavia, si sono conservate nella porzione meridionale del territorio comunale. L'elemento peculiare di questo settore è dato dal reticolo idrografico artificiale o seminaturale, rappresentato dalla rete di canali irrigui a prevalente andamento Nord – Sud.

L'area in esame è posta ad una quota topografica di circa 142 m slm (fonte Carta Tecnica Regionale foglio A6E2).

Dal punto di vista geologico, Il territorio di Vittuone è caratterizzato nei primi metri di sottosuolo, dalla presenza di depositi attribuibili alle più recenti espansioni glaciali ed in particolare all'Allogruppo di Besnate (Pleistocene medio – Pleistocene superiore). Tale unità è rappresentata da depositi fluvioglaciali ad alta e bassa energia, costituiti da ghiaie poligeniche medio-grossolane a supporto di matrice sabbiosa o sabbioso-limosa, talora clastico, con locale presenza di lenti di sabbie medio-fini, passanti a limi sabbiosi.

Nella successiva Figura 4.1 si riporta un estratto della Tavola 1 Caratteri geologici e geomorfologici (maggio 2004) allegata alla componente geologica del PGT del Comune di Vittuone.

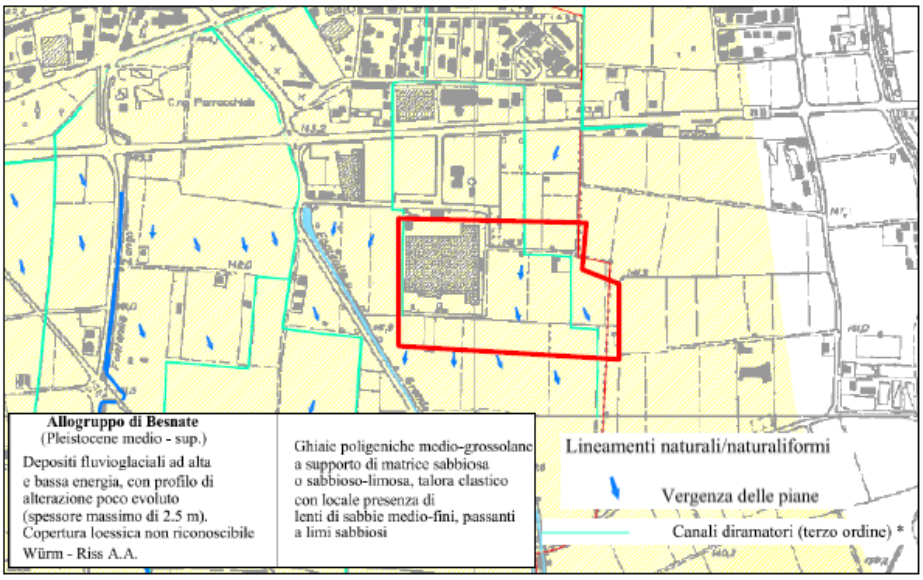


Figura 4.1: estratto Tavola 1 "caratteri geologici e geomorfologici" (da PGT Vittuone)

4.1 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA A LIVELLO LOCALE

Come descritto nel capitolo precedente il sottosuolo dell'area in esame è costituito dal materasso alluvionale quaternario di origine fluvio¸ glaciale, prevalentemente costituito da termini granulometrici medio¸ grossolani (sabbie e ghiaie) con subordinate frazioni e/o lenti limose o, più raramente, limoso argillose.

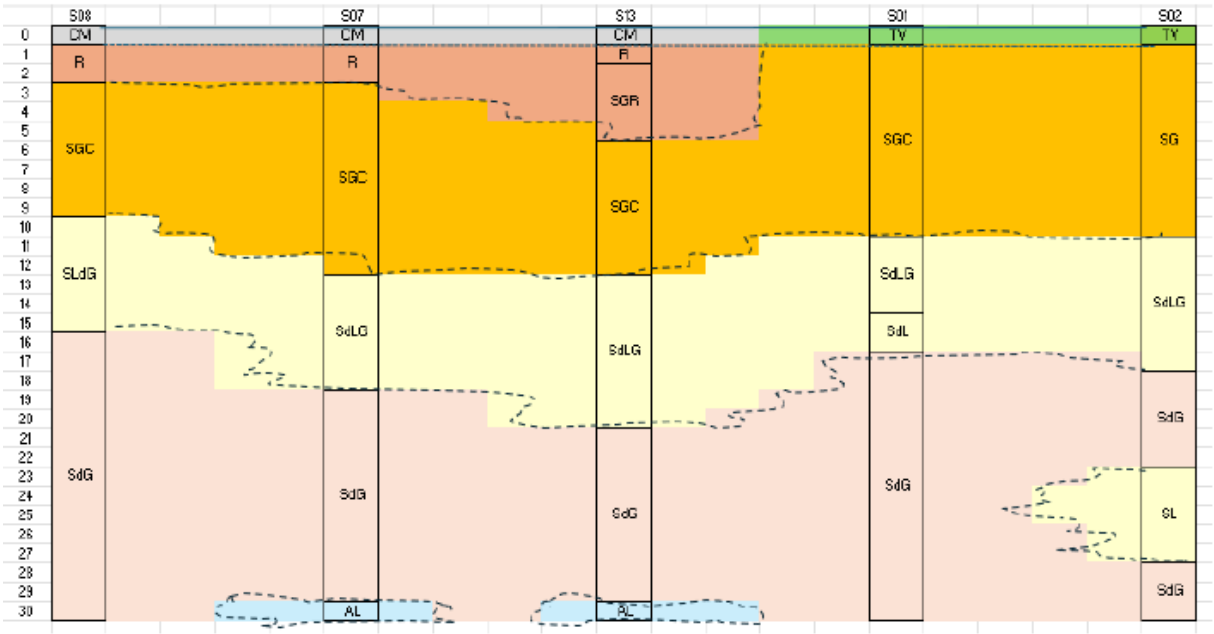
Entrando nel dettaglio, sulla base dei sondaggi eseguiti fino a -30 m da piano campagna (stratigrafie in Allegato 02), è stato possibile definire la litologia sito specifica dell'area.

La superficie di questi depositi è caratterizzata, anche se non uniformemente, dalla presenza di uno strato superficiale costituito da materiale di riporto antropico (circa 2,00 m di spessore), nella porzione di area occupata dall'ex stabilimento, mentre tale spessore di riporto non è presente nell'area "verde". Successivamente ritroviamo una serie di livelli costituiti da sabbie e ghiaie in prevalenza con qualche ciottolo arrotondato di origine fluviale fino a circa 10-12 m.

A seguire è presente uno strato di sabbia debolmente ghiaiosa con una matrice limosa fino a -18/20 m e dai -20 metri fino a fine sondaggi (-30 m), è stato riscontrato un livello di sabbia media grossolana con una bassa percentuale di ghiaia sparsa. In due sondaggi tra 29 e 30 metri si è osservato un livello limoso argilloso grigio debolmente sabbioso.

Di seguito due schemi stratigrafici tipo dell'area in esame.

SEZIONE A-A'



LEGENDA: TV = Terreno vegetale; R = Riporto; CM = Cemento; S = Sabbia; G = Ghiaia; C = Ciottoli; L = Limo, A = Argilla; d = debolmente

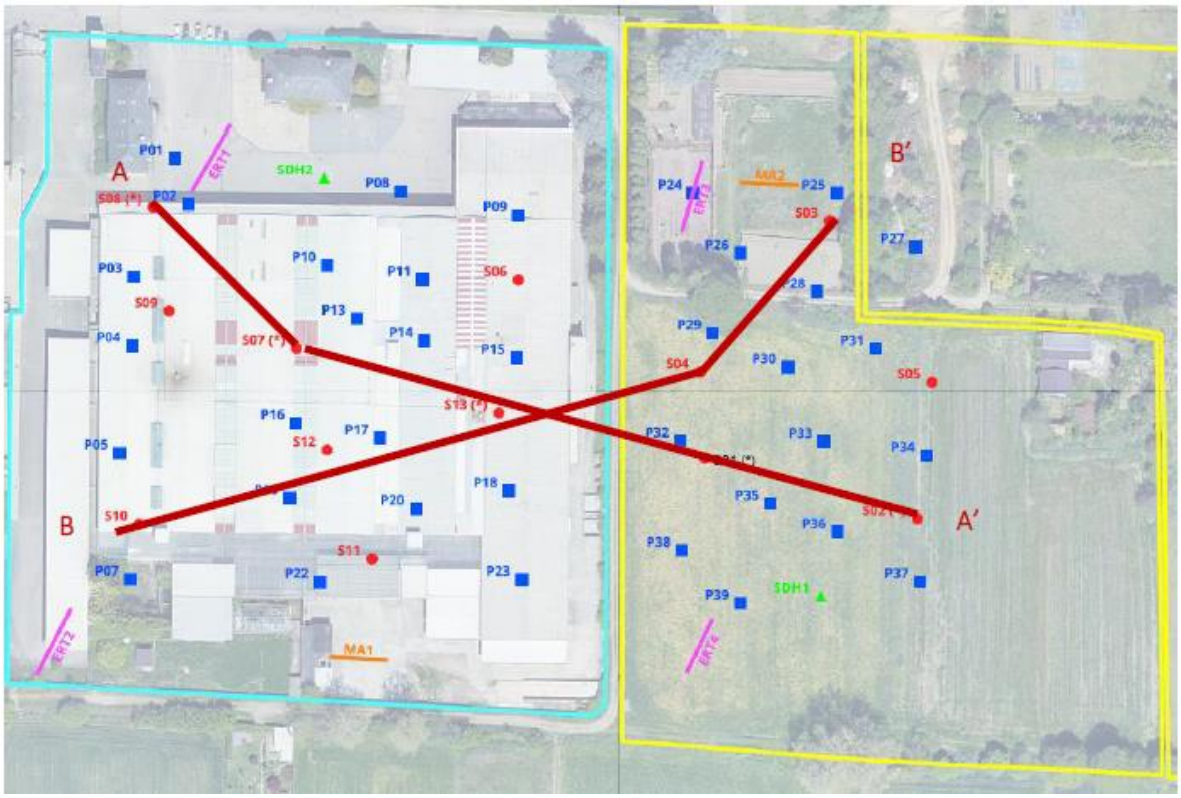


Figura 4.2: planimetria ubicazione traccia sezioni geologiche interpretative

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico, l'area presenta i caratteri fondamentali della pianura milanese ossia all'aumentare della profondità si evidenzia il progressivo affinamento dei caratteri litologici e una marcata e generale riduzione della granulometria procedendo verso Sud.

Per la ricostruzione della geometria e dei rapporti tra i diversi acquiferi presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto possono essere adottati criteri distintivi basati sull'identificazione di "unità idrogeologiche", che sono unità contraddistinte da una associazione di litotipi che presentano simile circolazione idrica sotterranea, rapporto di alimentazione-deflusso delle falde e disposizione geometrica rispetto agli altri acquiferi.

In corrispondenza della conurbazione milanese, le unità idrogeologiche si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo lo schema di seguito indicato.

Unità delle ghiaie e sabbie prevalenti

Tale unità è caratterizzata in prevalenza da depositi ghiaioso-sabbiosi fluvioglaciali ad elevata trasmissività, con locali intercalazioni di conglomerati e arenarie. All'interno di tale unità sono presenti orizzonti a bassa permeabilità rappresentati da sabbie limose, limi e argille, generalmente caratterizzati da una limitata estensione laterale e di spessore variabile, via via più frequenti in profondità.

L'unità, presente con continuità in tutto il territorio con spessori variabili tra un minimo di 72-78 m ed un massimo di 100-108 m, è sede dell'acquifero principale di tipo libero o semiconfinato in profondità più suscettibile ad inquinamenti (elevata vulnerabilità), con soggiacenza variabile tra 9 e <5 m dal p.c. (con progressiva diminuzione da Nord a Sud). L'acquifero è tradizionalmente captato dai pozzi più superficiali dell'area.

Unità delle alternanze sabbioso-argillose

Tale unità è costituita da una successione di materiali nel complesso più fini, litologicamente caratterizzati da argille e limi, talvolta torbosi, cui si alternano strati di sabbie e ghiaie sabbiose acquifere. Nei livelli più grossolani e permeabili sono presenti falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato, generalmente riservate all'utilizzo idropotabile e captate dai pozzi più profondi presenti nella zona. Dall'esame delle stratigrafie dei pozzi e dall'interpretazione generale delle sezioni idrogeologiche, il tetto dell'unità è riconducibile alla comparsa di livelli di argille franche.

Generalmente le falde idriche contenute in questa unità risultano indipendenti dalle strutture idriche superiori per la presenza di continui strati a bassa permeabilità, assicurando una migliore qualità delle acque ed un maggior grado di isolamento delle falde da possibili infiltrazioni di inquinanti.

Unità delle alternanze sabbioso-argillose

L'unità in oggetto è costituita da depositi argillosi pressoché continui di origine marina e/o transizionale. Si possono rinvenire rari acquiferi profondi di tipo confinato, generalmente poco produttivi. Lo spessore dell'unità non è definibile in quanto le perforazioni non raggiungono il limite inferiore.

5.1 ANDAMENTO DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO

Per quanto attiene la direzione del flusso idrico sotterraneo, si è fatto riferimento all'elaborazione dell'andamento piezometrico disponibile sul sito di Città Metropolitana di Milano, realizzata a valle della campagna di rilevamento di soggiacenza del I acquifero svolto nel mese di settembre 2022. Nella seguente Figura 5.1 si riporta un estratto della piezometria relativa a tale campagna.

Dall'elaborazione proposta, è possibile evidenziare come in corrispondenza del settore in oggetto la morfologia della superficie piezometrica determini una direzione di flusso idrico sotterraneo disposta prevalentemente in senso NW - SE. La quota di falda nell'area di studio risulta pari a 135 m s.l.m., a cui corrisponde, tenuto conto della quota del piano campagna pari a 142 m s.l.m., una soggiacenza pari a 7 m da p.c.. Il gradiente idraulico risulta pari a circa 0,3%.

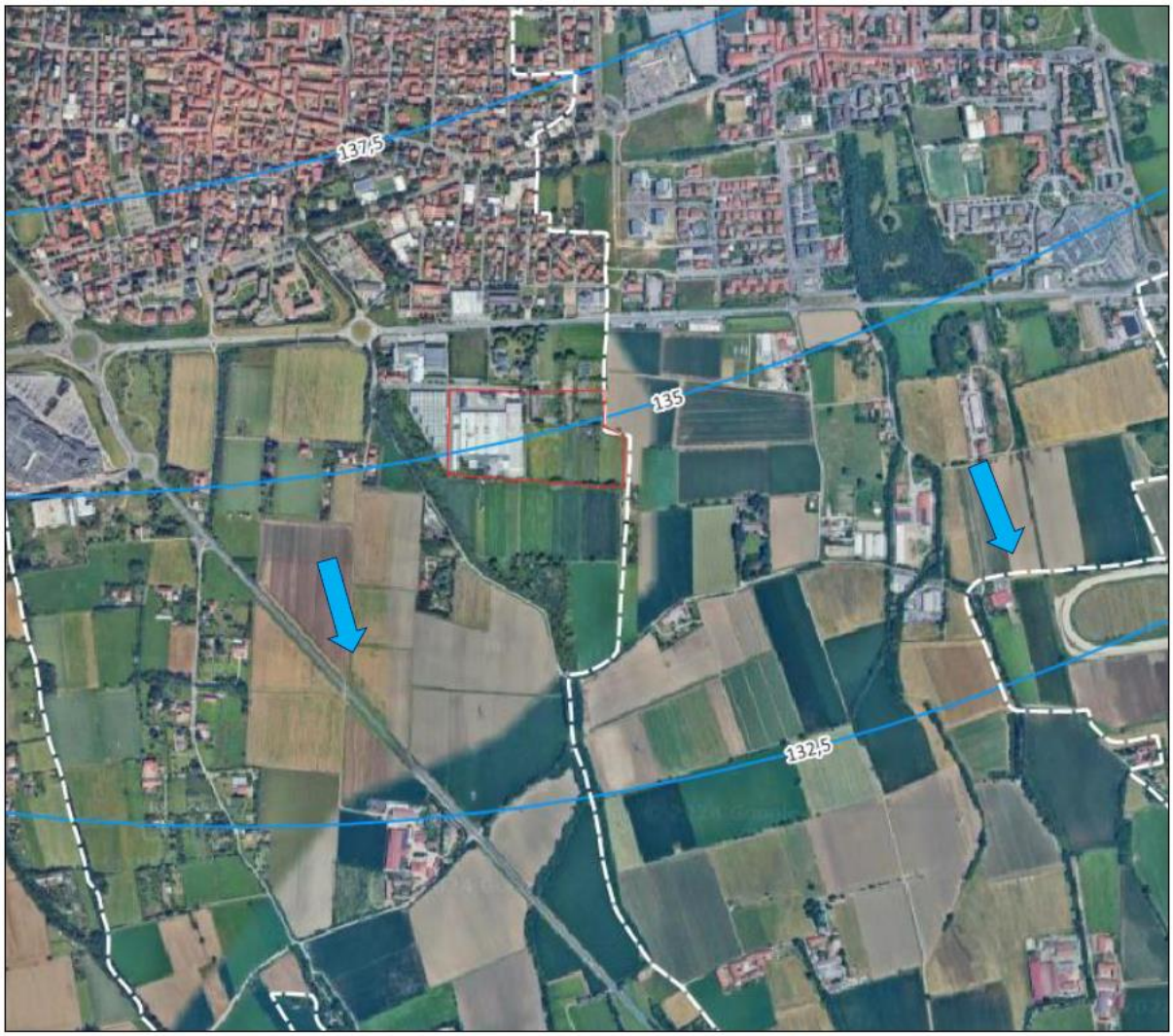


Figura 5.1: ricostruzione piezometrica da CMM settembre 2022 (valori espressi in m s.l.m.)

5.2 INQUADRAMENTO PIEZOMETRICO LOCALE

Per quanto attiene le variazioni nel tempo del livello piezometrico della falda in corrispondenza dell'area di studio, di seguito si riportano le letture di soggiacenza registrate a cadenza semestrale nel pozzo pubblico avente SIF 0152040003, collocato a circa 1,2 km a Nord-Est dell'area di studio, in Via Fagnani, in Comune di Sedriano, come visibile nella successiva Figura 5.2.

Figura 5.2: ubicazione pozzo pubblico

I riferimenti del punto d'acqua sono riportati nella successiva tabella.

Tabella 5.1: generalità pozzo pubblico

CODICE SIF	COORDINATA X (GAUSS BOAGA – MONTE MARIO ITALY 1)	COORDINATA Y (GAUSS BOAGA – MONTE MARIO ITALY 1)	QUOTA ASSOLUTA (M S.L.M.)
0152040003	1497751,55	5037210,41	144,23

Le misurazioni sotto riportate fanno riferimento al periodo 1973 – 2021.

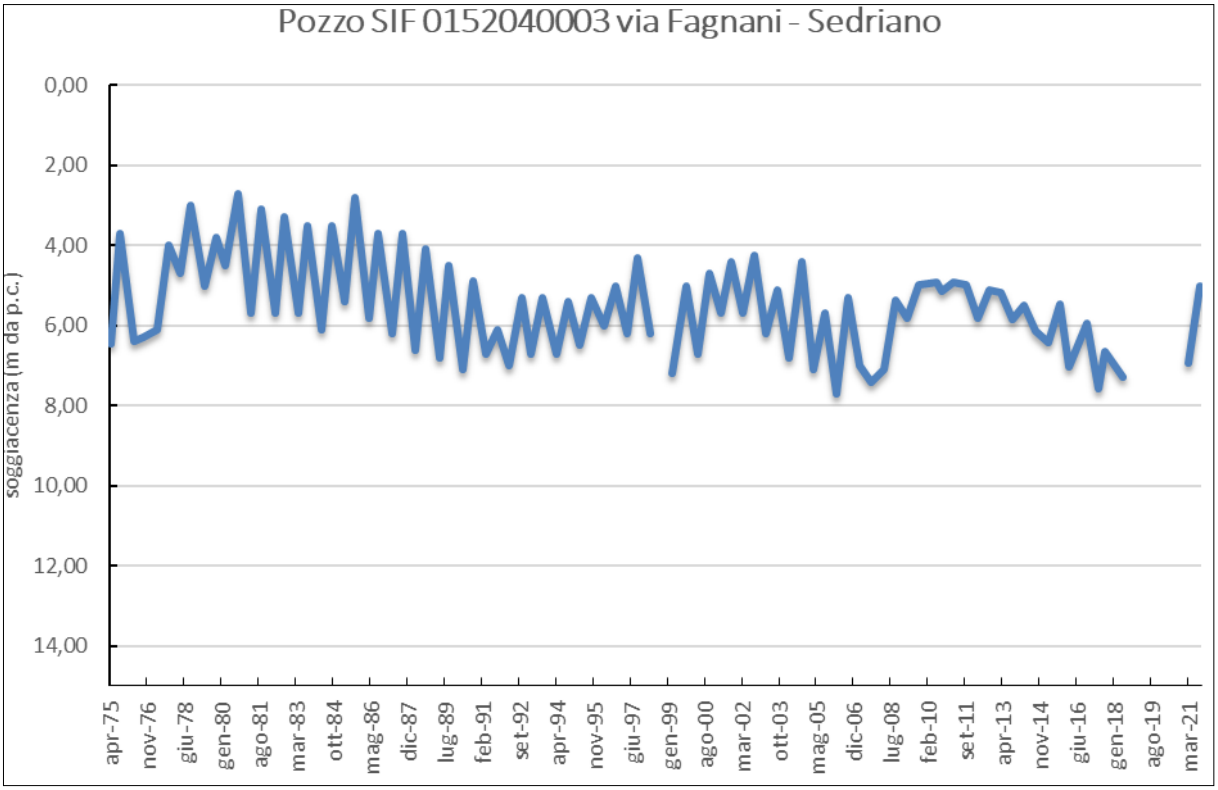


Figura 5.3: oscillazioni soggiacenza periodo 1973-2021

Come è possibile osservare dal precedente grafico, il livello della falda sotterranea, nel periodo considerato, è rimasto sempre compreso tra un minimo di soggiacenza, registrato a settembre 1980, pari a 2,70 m da p.c. e un massimo di soggiacenza pari a 7,70 m da p.c., rilevato nel marzo 2006.

A scala più ampia, è possibile notare che si registra un massimo piezometrico (corrispondente a un minimo di soggiacenza) relativo all'anno 1980 che ha interessato l'intera pianura milanese fin dal 1978 e causato dalle abbondanti precipitazioni del 1976-1977.

Dopo il 1980 si registra una generale tendenza all'abbassamento delle quote piezometriche che evidenzia l'instaurarsi di un periodo di magra che ha avuto il suo apice nel 1992/1993, coincidente con un approfondimento del livello di falda e uno scarto piezometrico rispetto al 1980 pari a circa 2,5 m.

Dal 1993 fino al 1997 si assiste ad un recupero delle quote piezometriche, maggiormente evidente nei minimi stagionali, in relazione ad un aumento della piovosità media a scala regionale e quindi ad una generale maggiore aliquota di infiltrazione efficace nelle zone di ricarica.

La tendenza dei minimi piezometrici nel periodo (1998-2005) evidenzia, dopo la decrescita dal 1998 al 1999, un ciclo di crescita fino al 2002, in conseguenza degli eventi alluvionali del 2000.

Dal 2002 e sino ad oggi (ultimi dati disponibili relativi al 2021), si assiste a una generale decrescita del livello piezometrico, il quale raggiunge il minimo nell'anno 2006, corrispondente al livello massimo di soggiacenza registrato dalla serie.

L'alimentazione della falda superiore è localmente legata, oltre che all'afflusso da monte ed al regime meteorico, anche alla presenza di estese aree agricole, le cui pratiche irrigue condizionano in modo diretto e pressoché immediato il regime oscillatorio della falda.

A scala annuale si evidenziano infatti cicliche oscillazioni stagionali legate ai periodi irrigui, che determinano massimi piezometrici tardo estivi o autunnali (agosto/settembre) e minimi primaverili (marzo/maggio), con escursioni variabili in funzione dell'andamento climatico della stagione irrigua.

A stagioni piovose corrispondono escursioni più limitate, determinate dal minor ricorso all'irrigazione per le necessità colturali; viceversa, irrigazioni più frequenti nelle stagioni maggiormente siccitose provocano maggiori escursioni piezometriche.

5.3 MISURAZIONI IN SITO DEL LIVELLO DI FALDA

Nel mese di ottobre 2024, a seguito dell'installazione di 5 nuovi piezometri nell'area di progetto sono state effettuate le misure di soggiacenza sito specifiche.

Tabella 5.2: misure soggiacenza nell'area in progetto. Nota: i piezometri S01 e S02 sono stati realizzati nel campo agricolo che si trova topograficamente ad una quota inferiore (da -0,70 a -1,00 m circa) rispetto al piano in cemento dell'ex stabilimento

CODICE PIEZOMETRO	COORDINATA X LONGITUDINE	COORDINATA Y LATITUDINE	LIVELLO STATICO (M DA P.C.)
S01	8°57'42.83"E	45°28'46.89"N	3,00
S02	8°57'45.64"E	45°28'46.34"N	3,50
S07	8°57'37.39"E	45°28'47.92"N	3,69
S08	8°57'35.50"E	45°28'49.22"N	3,93
S13	8°57'40.11"E	45°28'47.31"N	3,74

Il fatto che la falda misurata si attesi sui livelli massimi misurati nell'area nei primi anni '80 (vedi paragrafo precedsente) è sicuramente legato alle precipitazioni eccezionali avvenute negli scorsi mesi. Il periodo Febbraio-Marzo 2024 è stato il più piovoso registrato da l176 (Figura 5.4).

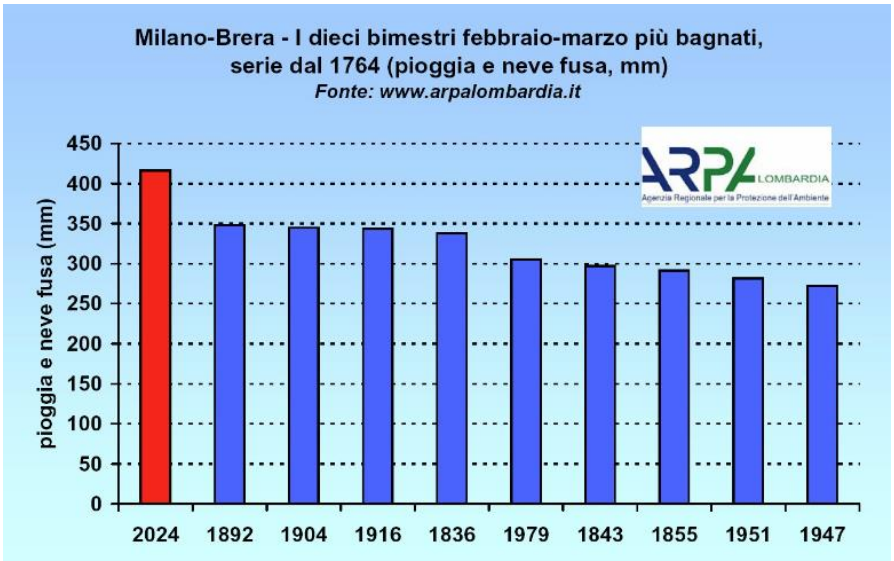


Figura 5.4: analisi del trend di precipitazione per Febbraio - Marzo (fonte: Nimbus)

Come riportato da diverse fonti in letteratura, incluso il rapporto "Clima della Lombardia" di ARPA datato maggio 2024, la primavera meteorologica del 2024 a Milano è stata la più piovosa degli ultimi 128 anni. Infatti, il rapporto afferma che il periodo di precipitazioni record è iniziato intorno alla metà di febbraio, con 883 mm registrati a Milano dall'inizio del 2024, un valore senza precedenti negli ultimi 261 anni (le

misurazioni presso l'Osservatorio di Brera sono iniziate nel 1764). Tale quantità di pioggia supera già la media annua di accumulo, che è di circa 910 mm a Milano.

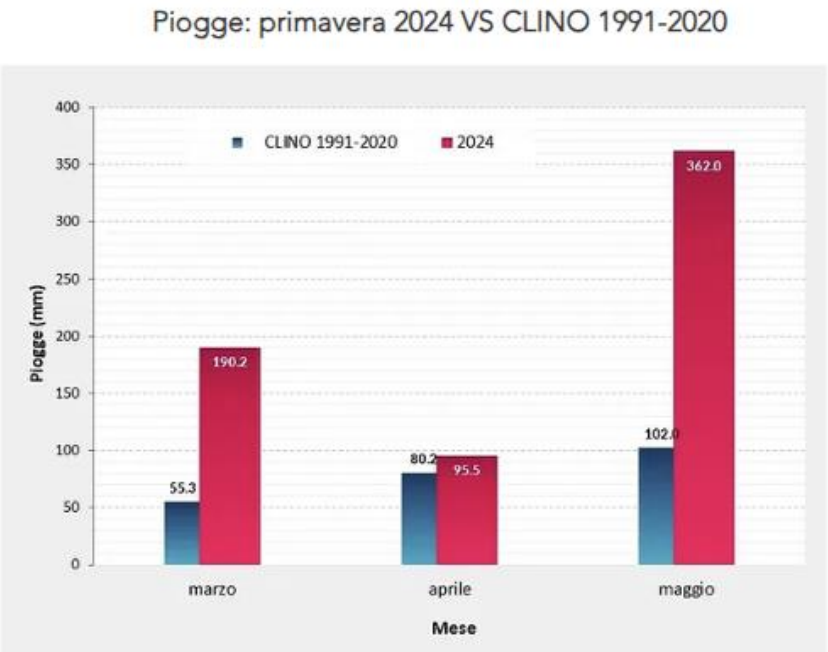


Figura 5.5: dati di precipitazione dell'Osservatorio Meteorologico Milano Duomo ETS

Sarà necessario prevedere una campagna di monitoraggio del livello di falda per ricavare i parametri da utilizzare come base per la progettazione nelle varie discipline.

6. PERMEABILITÀ DEL SITO

Sono state effettuate n. 4 prove di permeabilità (prove LeFranc) in sito nello strato insaturo dei terreni, eseguite all'interno di n. 2 sondaggi, uno nell'area di fase 1 dell'ex ceramificio (S07) e l'altro nell'area di fase 2 del campo ad Est (SDH1).

Le prove sono state effettuate alle quote di -2,0 m e -4,0 m da p.c. per definire il coefficiente di permeabilità dei terreni.

Di seguito si sintetizzano i risultati.

Tabella 6.1: risultati delle prove di permeabilità LeFranc

SONDAGGIO	PROFONDITÀ	K (M/S)
S07 (area ex cementificio – fase 1)	-2 m da p.c.	6,62 E-06 m/s
S07 (area ex cementificio – fase 1)	-4 m da p.c.	6,67 E-06 m/s
SDH1(area campo – fase 2)	-2 m da p.c.	6,67 E-06 m/s
SDH1 (area campo – fase 2)	-4 m da p.c.	1,35 E-05 m/s

7. IDROGRAFIA DEL TERITORIO

7.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il sistema idrologico della regione Lombardia si sviluppa su 78 bacini idrografici. L'area di progetto ricade all'intero de bacino dell'Olona (rif. Figura 7.1).

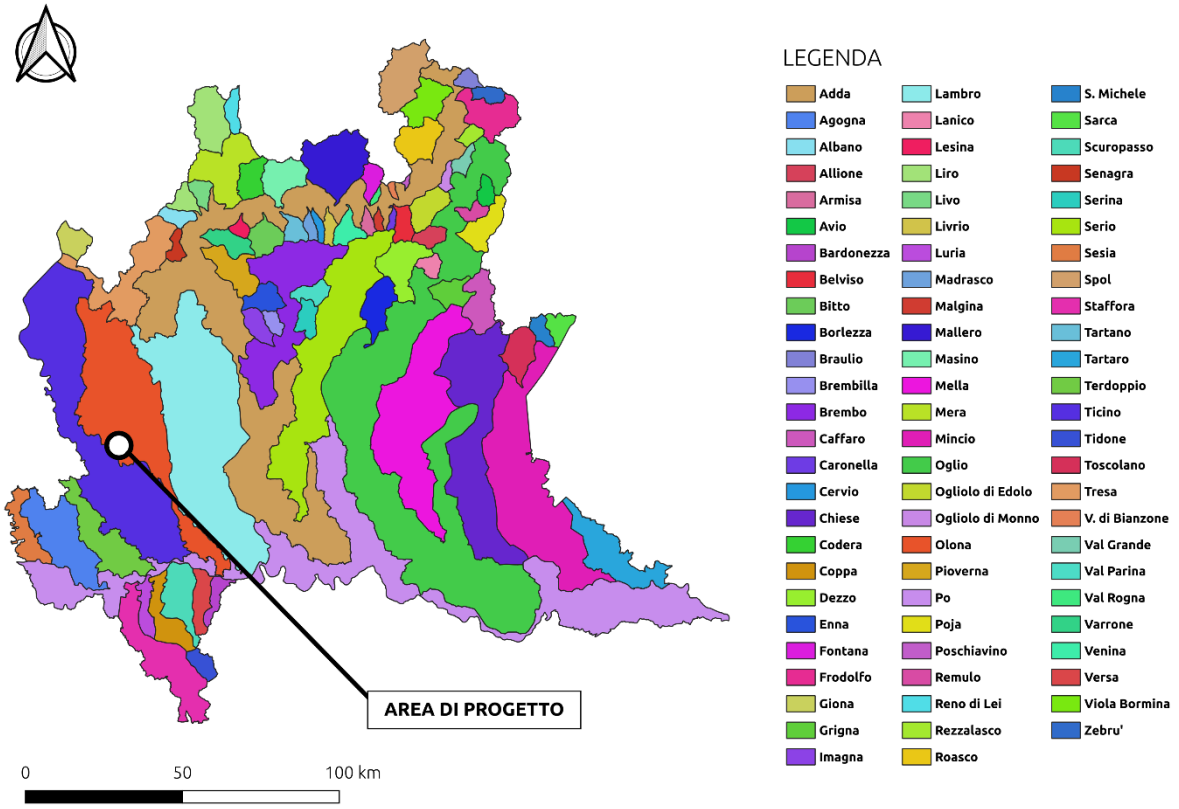


Figura 7.1: bacini idrografici Regione Lombardia

Il reticolo idrografico della Regione Lombardia è classificato in:

- Reticolo idrico principale (RIP) di competenza di Regione Lombardia o AIPO;
- Reticolo idrico minore (RIM) di competenza comunale;
- Reticolo idrico consortile di competenza dei Consorzi di bonifica e irrigazione (RIB);
- Reticolo privato.

Con D.G.R. 5714 del 15 dicembre 2021 la Regione Lombardia ha provveduto al riordino dei reticoli idrici e all'identificazione dei corsi d'acqua di competenza del RIP (Allegato A), AIPo (Allegato B) e del reticolo consorzi (Allegato C), nonché dei criteri per l'attività di polizia idraulica comunale (Allegato D).

Si riporta in Figura 7.2 uno stralcio del reticolo idrografico disponibile sul geoportale di regione Lombardia nei pressi del sito d'interesse.

In particolare, sono individuate due rogge irrigue appartenenti al RIB che attraversano il sito da Nord verso Sud.

Si evidenzia inoltre la presenza di un fontanile in prossimità del sito, ad Est.

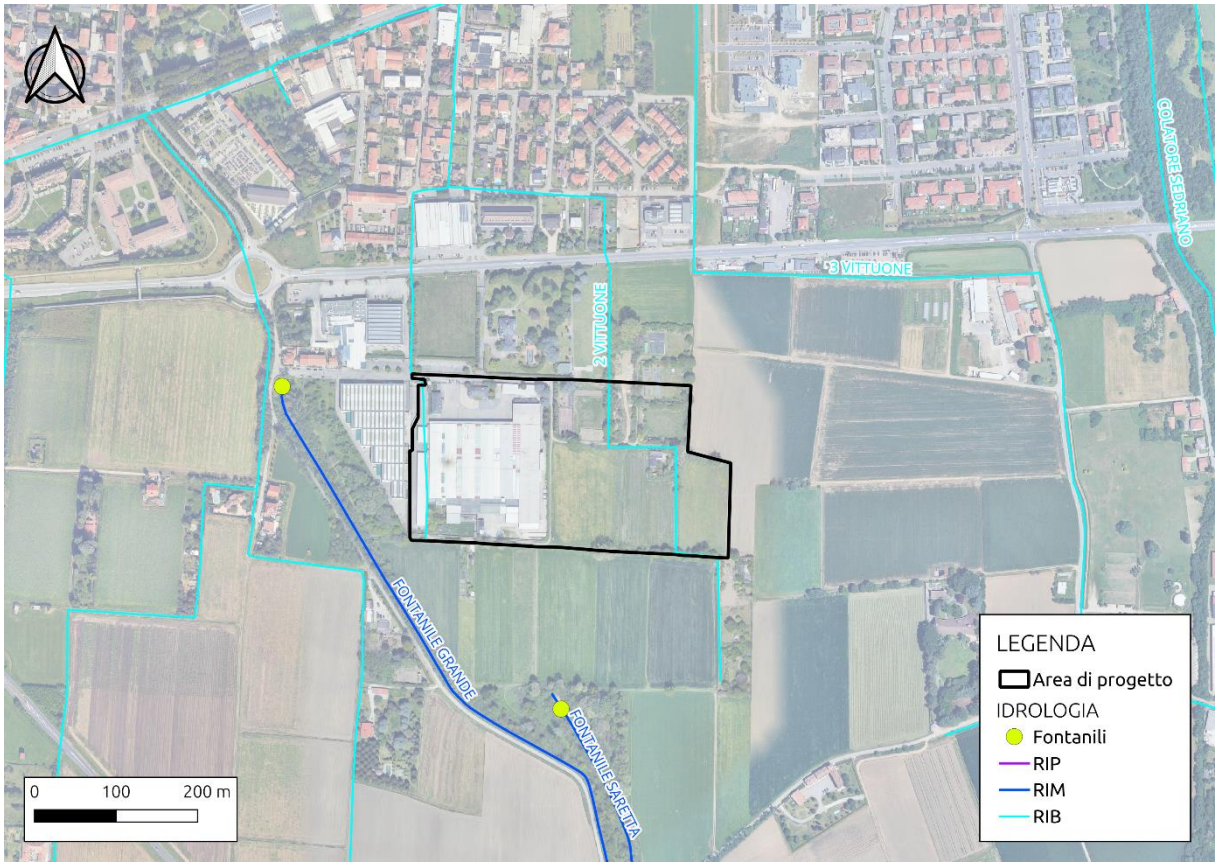


Figura 7.2: Elementi idrici in prossimità dell'area di impianto

Oltre al reticolo idrografico della regione Lombardia, per avere un quadro più esaustivo degli elementi idrici minori, è stata consultata la Carta di Sintesi dei vincoli del PGT del comune di Vittuone (Figura 7.3).

Dalla tavola del PGT si evince la presenza delle due rogge già individuate dal reticolo RIB che attraversano l'area di progetto, definite dal PGT come canali diramatori di terzo ordine nominati "2 Vittuone". Il canale presente sul confine Ovest è a cielo aperto, mentre il canale ad Est risulta tombinato. Entrambi hanno la loro fascia di rispetto di 5 metri dal ciglio del canale o piede estremo dell'argine.

La tavola segnala anche la presenza della testa del Fontanile Grande in prossimità del sito, con la fascia di rispetto di 10 metri dal ciglio di scarpata e la fascia di protezione idrogeologica soggetta a specifiche norme di salvaguardia, non assoggettata all'applicazione dei canoni regionali di polizia idraulica.

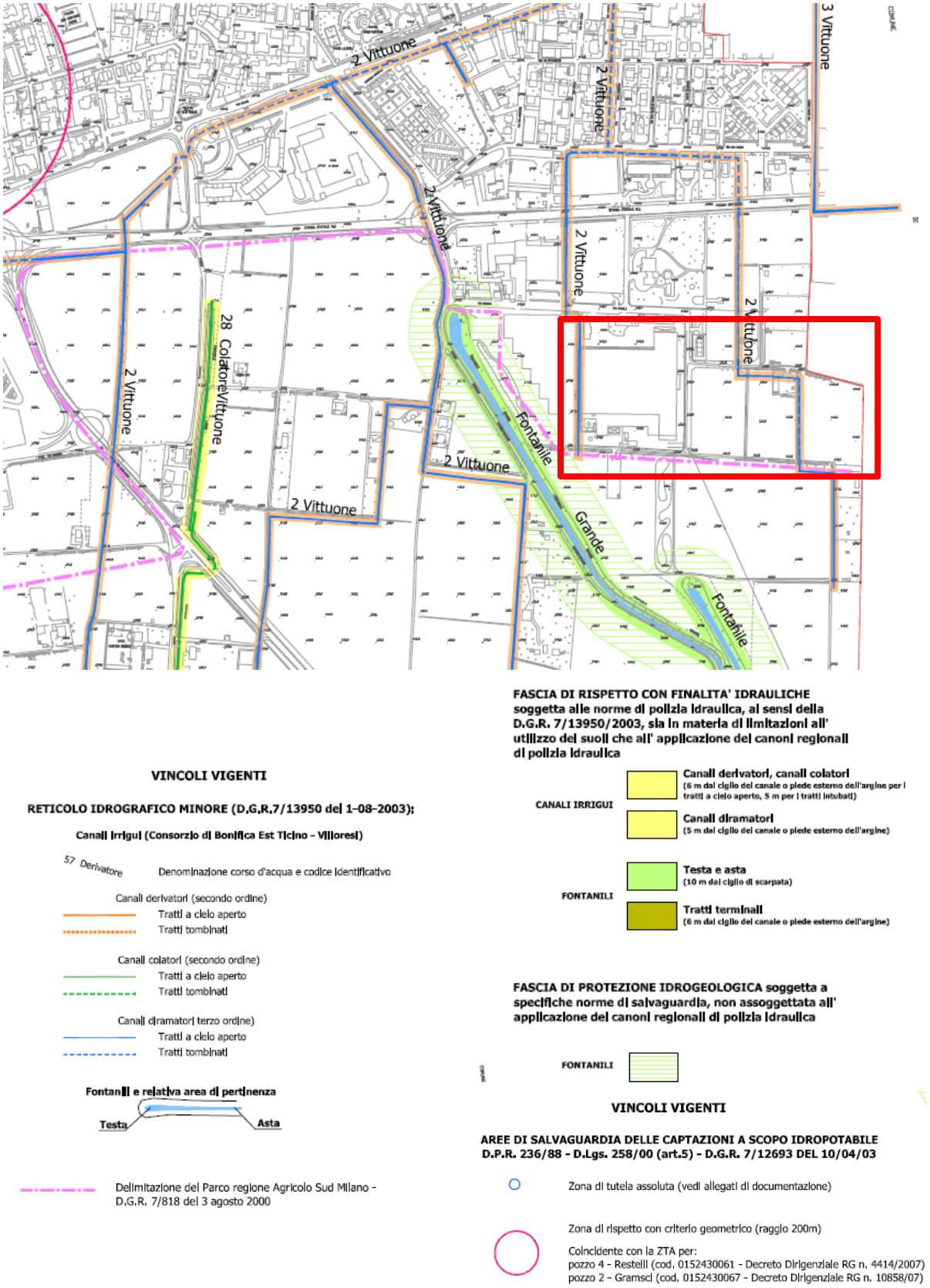


Figura 7.3: Stralcio della Carta de i vincoli della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune di Vittuone (tavola 6, rev.1 – dicembre 2010). In rosso l'area di impianto

Un ulteriore approfondimento è stato effettuato tramite la consultazione della cartografia IGM (Figura 7.4).

Si può notare la presenza del Fontanile Grande e della roggia che attraversa il sito ad Est così come identificato dalle altre cartografie disponibili. Non è segnalata invece la roggia al confine Ovest del sito.

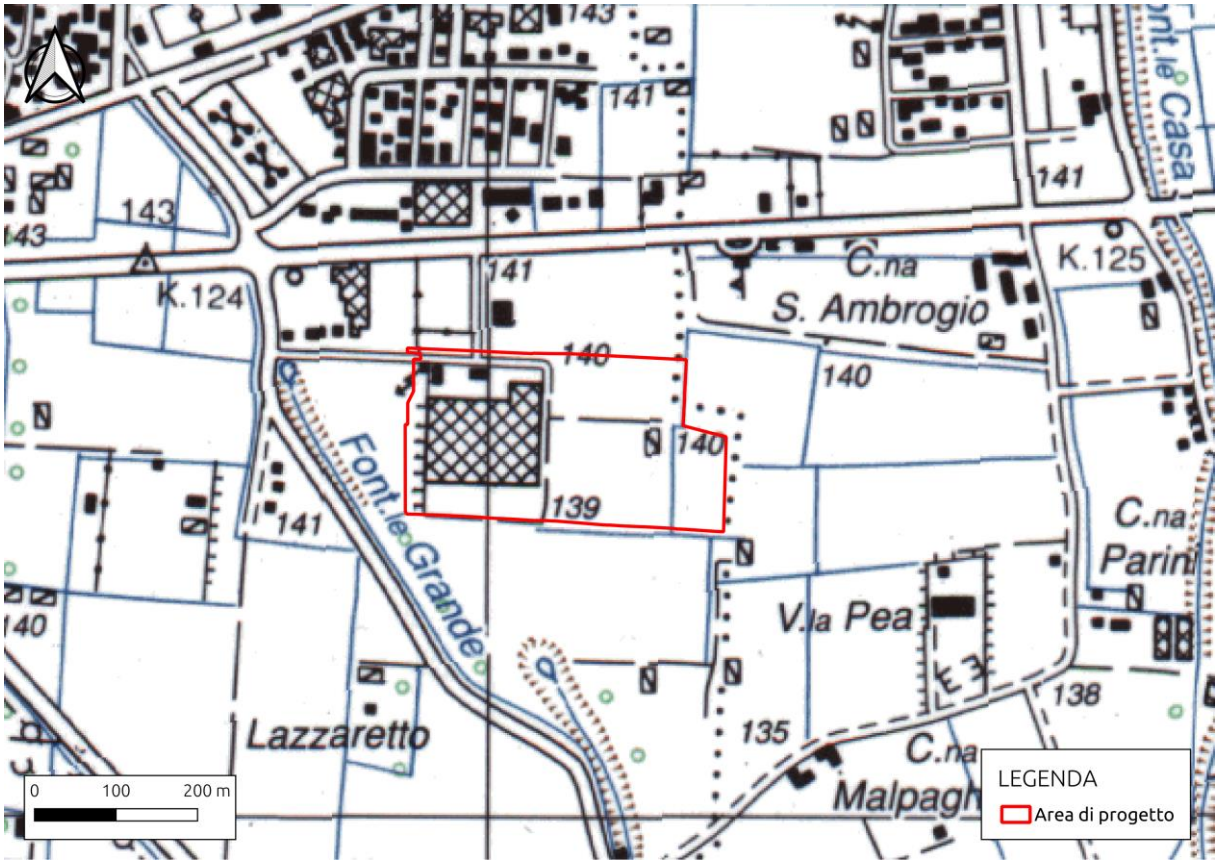


Figura 7.4: Stralcio Cartografico IGM in scala 1:25.000

Da analisi visive a seguito di approfondimenti in campo ed informazioni ottenute dal cliente, è stata identificata una roggia che scorre lungo tutto il lato sud dell'area in direzione Est-Ovest opposta alla strada adiacente, non identificata da alcun reticolo ufficiale e che scarica all'interno del fontanile grande ad Ovest.

In merito alle due rogge individuate dalle varie fonti (denominate "Vittuone 2"), a seguito di rilievo in campo e informazioni ottenute dal cliente è stato accertato che la roggia ad Est, interferente con il campo, risulta dismessa e quella ad Ovest risulta funzionante e scarica all'interno della roggia confinante con il lato Sud.

7.2 VALUTAZIONI PRELIMINARI DEI SOTTOBACINI SCOLANTI

Al fine di valutare preliminarmente l'entità dei sottobacini scolanti sia internamente sia esternamente all'area oggetto di studio è stata eseguita una simulazione a partire dal modello digitale del terreno disponibile con risoluzione 1x1 metro (presentato nell'inquadramento topografico al paragrafo 3.1) con lo scopo di identificare le principali informazioni idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (delimitazione dei sottobacini idrografici, rete principale e secondaria).

La simulazione è stata condotta mediante algoritmo TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models) e successivamente rielaborata in ambiente GIS.

L'analisi è una valutazione preliminare, che presenta le seguenti limitazioni:

- la topografia disponibile è del 2015 e, anche se dalle ortofoto storiche non sembrano esservi variazioni del territorio a partire dall'anno di acquisizione dei dati, potrebbe non tener conto di eventuali modifiche della topografia nell'intorno del sito;
- non tiene in considerazione eventuali scatolari posti al di sotto delle strade esistenti o in progetto;
- non tiene conto di eventuali interferenze con la falda freatica;
- non tiene conto di eventuali accumuli superficiali in corrispondenza dei punti di minimo topografico (ipotesi di sink removal);
- non tiene conto del drenaggio antropico dovuto al reticolo fognario nelle aree urbanizzate.

L'analisi ha identificato 3 sottobacini interni e 2 sottobacini esterni che insistono sull'area di progetto da Nord e parzialmente da Est.

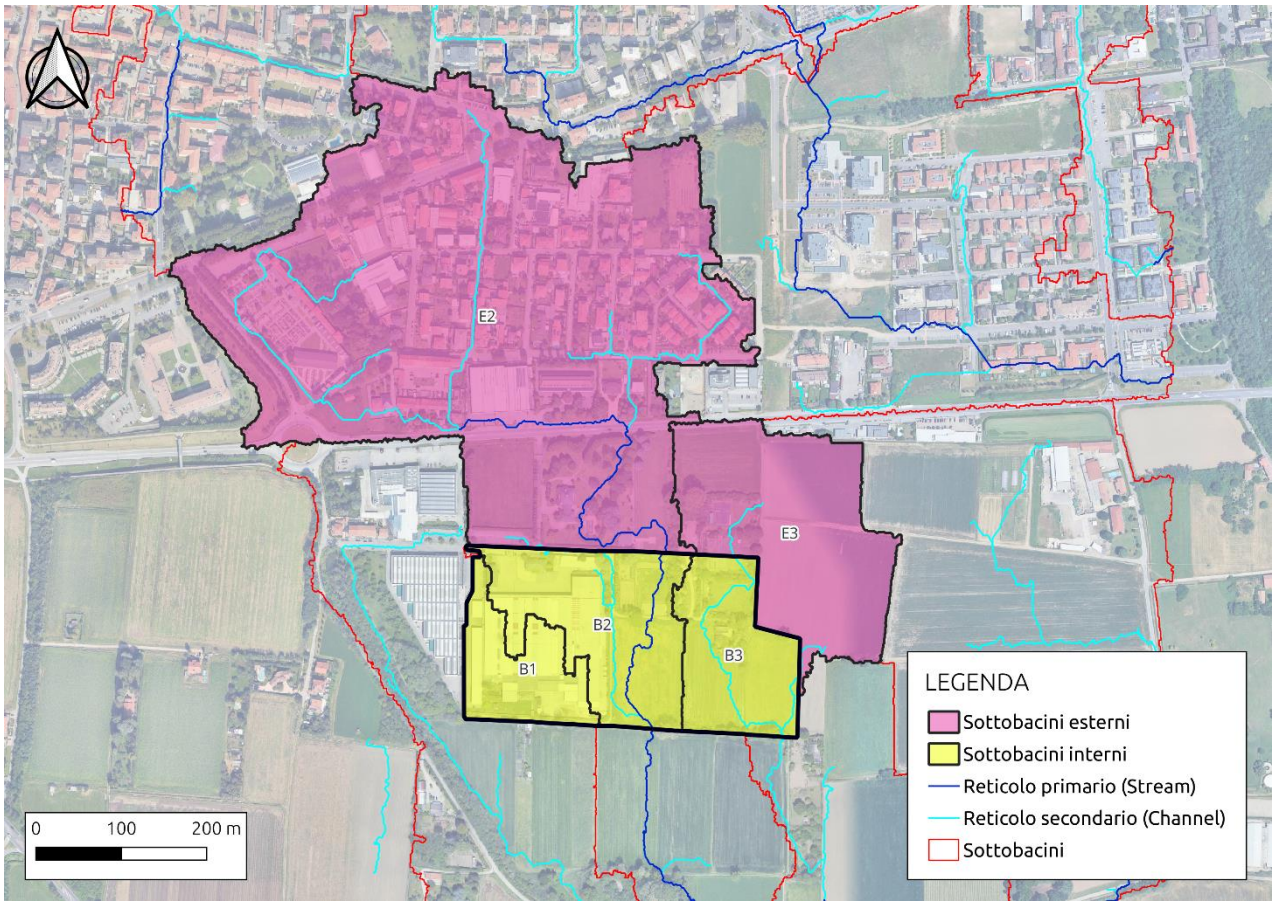


Figura 7.5: Delimitazione dei bacini scolanti interni ed esterni e reticolo di drenaggio

Dall'analisi si evince che:

- il drenaggio delle acque dell'area è abbastanza uniforme ed è caratterizzato da una linea di flusso preferenziale da Nord verso Sud;
- nell'intorno dell'area i principali spartiacque risultano l'argine del Fontanile Grande ad Ovest e via Pascoli a Nord del sito;
- gran parte della superficie scolante proveniente dall'esterno del sito origina dall'area edificata a Nord della SP11; per tali aree le indicazioni derivanti dall'analisi in oggetto (che prende in

considerazione il solo drenaggio superficiale) non risultano affidabili per la quantificazione dell'area scolante effettiva, poiché tali aree saranno probabilmente dotate di una fognatura interrata, di cui l'analisi non tiene conto;

- non sono previsti flussi impattanti l'area di progetto da Est, Ovest e Sud.

L'analisi dovrà essere approfondita e dettagliata a seguito di un rilievo di dettaglio dell'area di progetto e delle indicazioni relative ad eventuali altri progetti e cantieri attivi dell'area.

Tabella 7.1: Bacini di drenaggio, codifica e area

BACINI DI DENAGGIO	
ID bacino	Area [mq]
B1	16 876
B2	34 762
B3	24 170
E2	229 428
E3	50 624

8. SOTTOSERVIZI PRESENTI NELL'AREA

Nel presente paragrafo si mostrano i principali sottoservizi che interessano l'area di progetto, ricavati dalle tavole del PGT del comune di Vittuone.

Dalle informazioni disponibili si può dedurre che:

- La rete acquedottistica (Figura 8.1) ha un ramo (diam. 100) che confina in parte con il lato Nord dell'area di progetto; e due rami più piccoli (diam. 80) che intersecano l'area di progetto nella zona Est del sito;
- La rete fognaria (Figura 8.2) ha un collettore comunale (diam. 60) che confina con parte del lato Nord dell'area di progetto e un collettore consortile adiacente a tutto il lato settentrionale del sito;
- La rete gas (Figura 8.3) presenta un ramo della rete principale (diam. 80) che confina con parte del lato Nord dell'area e un collettore principale confinante con l'intero perimetro Sud del sito.

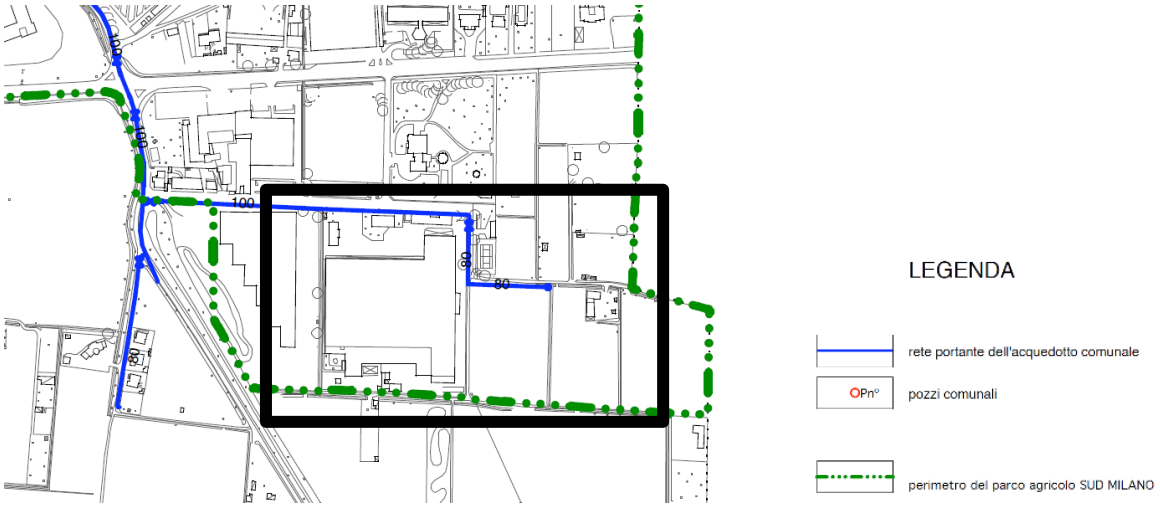


Figura 8.1: stralcio Tavola n. 001 del PGT del comune di Vittuone (Rete acquedotto)

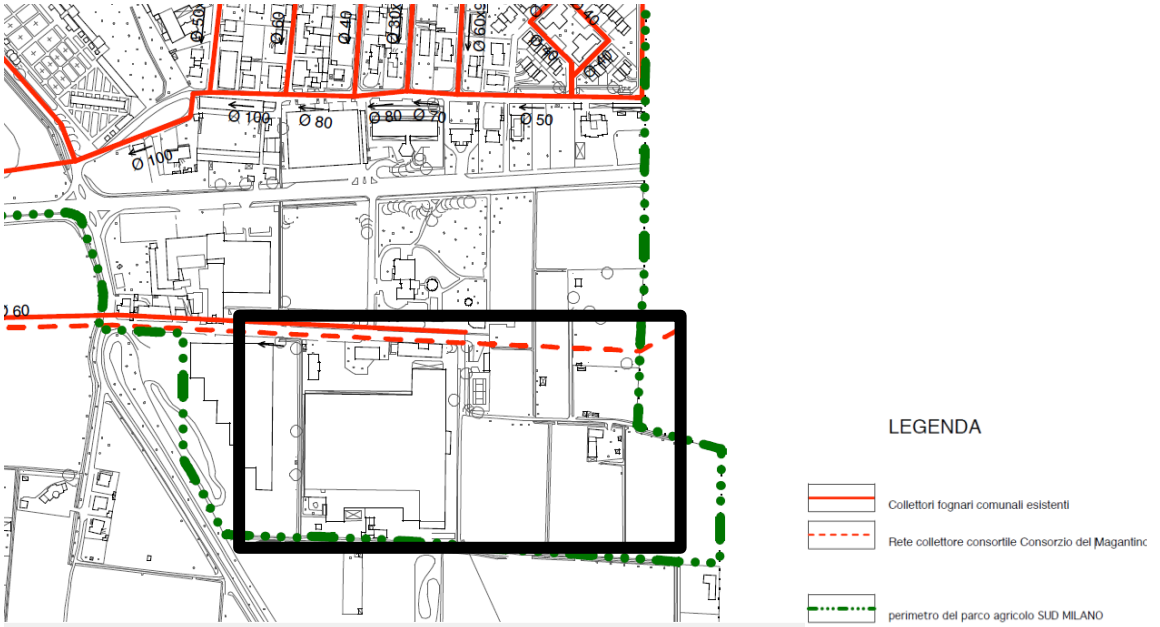


Figura 8.2: stralcio Tavola n. 002 del PGT del comune di Vittuone (Rete fognatura)

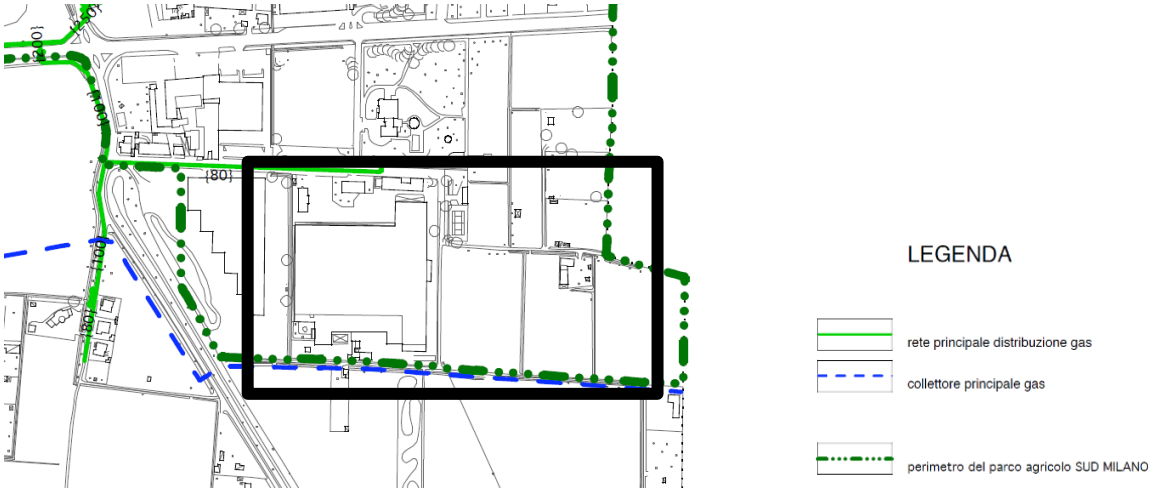


Figura 8.3: stralcio Tavola n. 003 del PGT del comune di Vittuone (Rete gas)

9. PREVISIONI DI PIANO

Nel presente paragrafo si mostra la tavola di previsioni di piano (n. 207) del PGT del comune di Vittuone al fine di evidenziare potenziali ulteriori vincoli interferenti con il progetto in esame.

Come si può evincere dalla Figura 9.1, la parte Ovest dell'area di progetto è identificata come "ambiti consolidati" mentre la parte Est è identificata come "ambiti di trasformazione".

Nell'intorno dell'area, oltre al fontanile con la sua fascia di rispetto e le rogge interferenti con il sito già individuate nei precedenti paragrafi, si può notare come tutta la zona Sud sia composta da "aree agricole" così come la zona a confine Nord-Ovest. Ad Est invece vi è un'ulteriore area identificata nella categoria "ambiti di trasformazione".

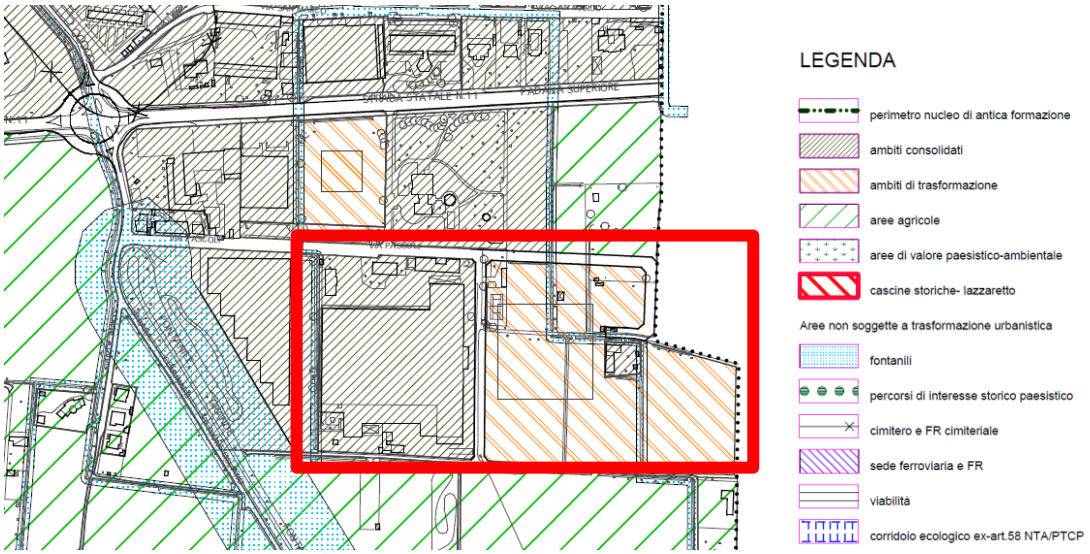


Figura 9.1: stralcio Tavola n. 207 del PGT del comune di Vittuone (previsioni di piano - sintesi)

10. INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO

10.1 PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con *decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 24 maggio 2001*, ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

All'interno del PAI viene definito:

- La delimitazione delle fasce fluviali dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti; tali fasce sono:
  - Fascia A, di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, quindi è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.
  - Fascia B, di esondazione, esterna alla precedente e costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere). Il piano individua tali opere programmate come "limite di progetto tra fascia B e C".
  - Fascia C, di inondazione per piena catastrofica, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.
- La delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, delle aree in dissesto per frana, valanga, esondazione torrentizia e conoide.
- La perimetrazione e la zonazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano e sul reticolo idrografico principale e secondario delle aree di pianura.
- Le norme alle quali le sopracitate aree di pericolosità di alluvione sono assoggettate.

Si riporta in Figura 10.1 uno stralcio delle fasce PAI in prossimità delle opere in progetto dal quale si può evincere che l'area di progetto (così come le aree limitrofe) non ricade all'interno delle fasce di pericolosità idraulica.

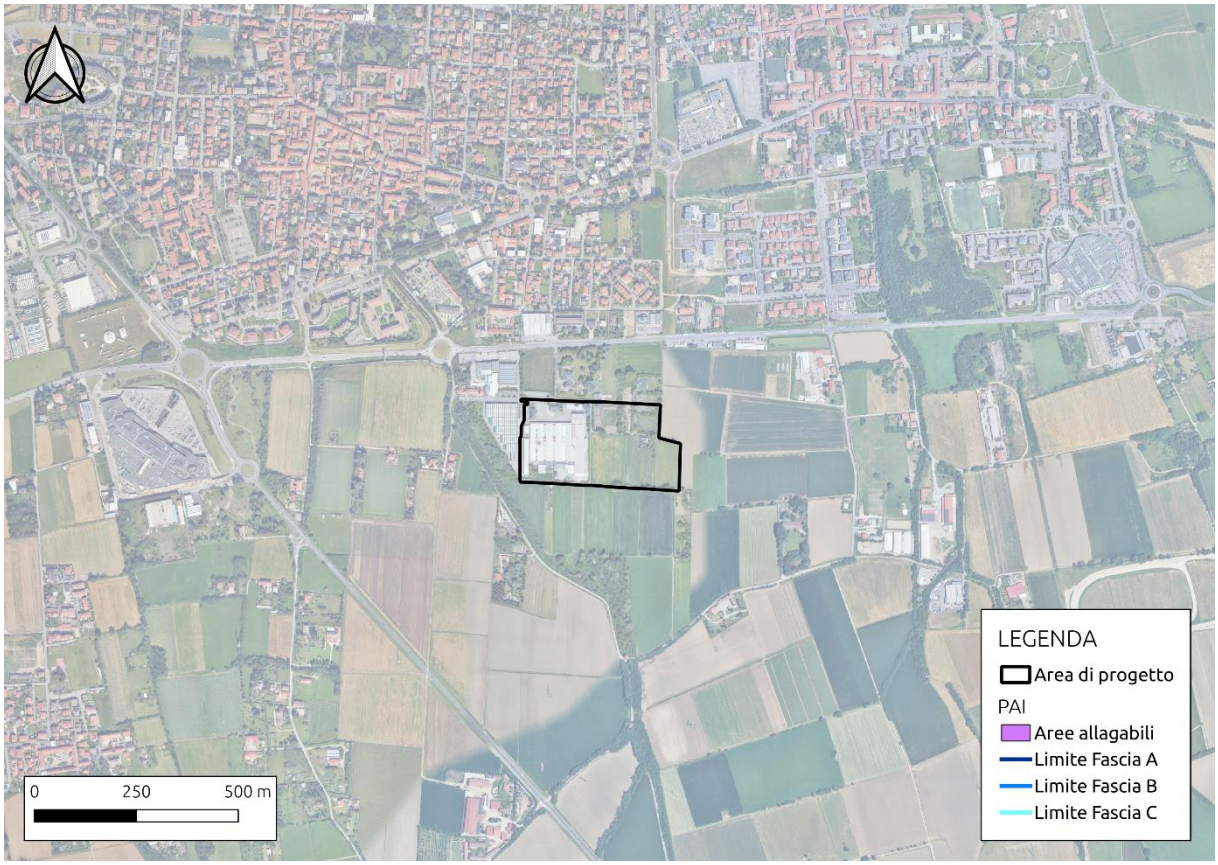


Figura 10.1: Fasce di pericolosità idraulica PAI nell'intorno dell'area di progetto

10.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana secondo quanto definito dal *D.lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010* in attuazione della *Direttiva Europea 2007/60/CE "Direttiva Alluvioni"* ai fini della gestione del rischio alluvioni. Il PGRA viene predisposto a livello di distretto idrografico e aggiornato ogni 6 anni. Il sito in oggetto rientra nel Distretto Padano per cui è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del fiume Po. Tale piano ha lo scopo di dirigere le azioni da attuare sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definire gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale. È composto dalle seguenti parti:

- Mappatura delle aree allagabili, classificate in base alla pericolosità e al rischio;
- Individuazione delle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR);
- Misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione (SEZIONE A) e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi (SEZIONE B).

Attualmente è vigente la prima revisione del PGRA (PGRA 2021) adottata dalla *Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po* con *Deliberazione n. 3 del 29 dicembre 2020* ed approvata con *Deliberazione n. 5 del 20 dicembre 2021*.

Le mappe di pericolosità evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo gli scenari:

1. Bassa probabilità: alluvioni rare con T=500 anni
2. Media probabilità: alluvioni poco frequenti con T=100-200 anni
3. Alta probabilità: alluvioni frequenti con T=20-50 anni

Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all'importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvione prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- Reticolo idrografico principale (RP), costituito dall'asta principale del fiume Po e dai suoi maggiori affluenti nei tratti di pianura e nei principali fondivalle montani e collinari.
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM), costituito dai corsi d'acqua secondari nei bacini collinari e dai tratti montani dei fiumi principali.
- Reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP), costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura, naturali e artificiali, in buona parte gestiti dai Consorzi di bonifica irrigui nella medio-bassa pianura padana.
- Aree costiere lacuali (ACL), costituito dalle aree costiere dei grandi laghi alpini.

Le mappe del rischio alluvioni indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dall'evento alluvionale, individuando il numero indicativo di abitanti interessati, le infrastrutture e strutture strategiche, i beni ambientali, storici e culturali esposti, la distribuzione e la tipologia delle attività economiche, gli impianti a rischio di incidente rilevante, e per ultimo le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e/o colate detritiche.

Si riporta in Figura 10.2 uno stralcio delle aree a pericolosità idraulica del PGRA in prossimità delle opere in progetto, dal quale si evince che l'area oggetto di intervento non ricade all'interno delle aree a pericolosità idraulica definite dal PGRA.

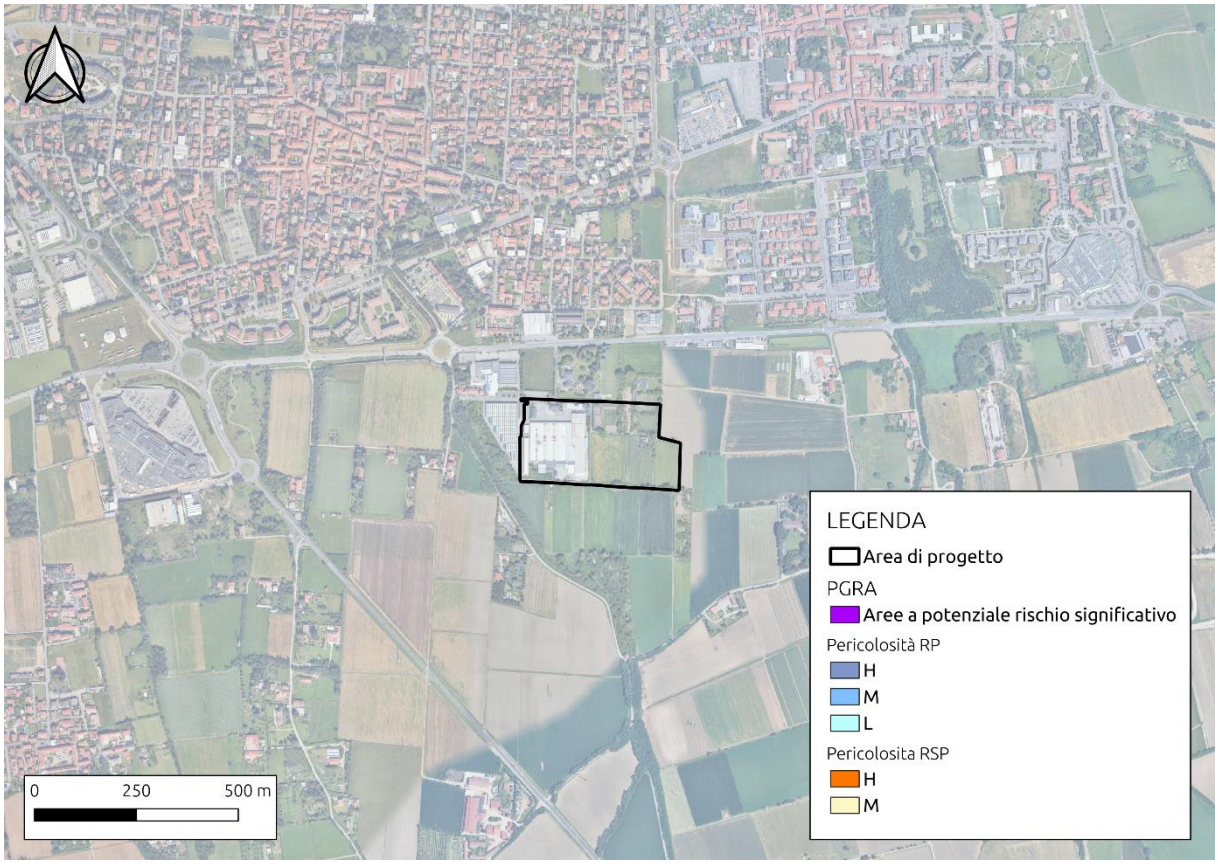


Figura 10.2: Piano di Gestione del Rischio Alluvioni nell'intorno dell'area di progetto

11. ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica definiscono l'altezza di pioggia di assegnata durata e ciascuna è riferita ad un tempo di ritorno prefissato.

Di seguito viene proposta la formulazione utilizzata da ARPA Lombardia per il calcolo dell'altezza di precipitazione h (mm) in funzione della durata d (ore) dell'evento meteorico:

$$h(d) = a_1 \cdot w_T \cdot d^n$$

dove:

- a_1 ed n sono parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica, indipendenti dal tempo di ritorno e sito-specifici.
- w_T fattore di crescita calcolato in funzione dei parametri caratteristici sito-specifici della distribuzione statistica GEV come:

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[ln\left(\frac{T}{T-1}\right)^k\right]\right\}$$

I parametri caratteristici delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione della precipitazione di progetto sono assunti in conformità con quelli forniti da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale. L'ente regionale mette a disposizione la mappatura dei parametri della distribuzione GEV ("General Extreme Value Distribution") per la determinazione delle Linee di Possibilità Pluviometrica (LSPP) per un tempo di ritorno scelto.

I parametri sono mappati secondo una griglia a maglie quadrate di lato 1.500m (Figura 11.1).

Figura 11.1: Dati idrologici messi a disposizione da Arpa per la Lombardia (https://idro.arpalombardia.it/it/map/sidro/)

Nel caso dell'idrologia urbana, trattando bacini di limitate estensioni e deflussi relativamente rapidi, i tempi di corrivazione sono brevi, quindi le precipitazioni intense da considerare sono quelle di durata inferiore all'ora.

In carenza di altri dati è stato adottato per il parametro *n* il valore pari a 0,5 in riferimento a quanto indicato nell'*Allegato G del R.R. 7/2017 e s.m.i.*, mantenendo invariati gli altri parametri.

Tabella 11.1: Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica.

TR	2	5	10	20	30	50	100	200
wT	**0.93**	**1.27**	**1.51**	**1.74**	1.87	**2.05**	**2.28**	**2.52**
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 30 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	28.1	38.6	45.7	52.7	56.73	61.9	69.0	76.2
2	35.0	48.0	56.8	65.5	70.59	77.0	85.8	94.8
3	39.7	54.5	64.6	74.5	80.22	87.5	97.5	107.7
4	43.5	59.7	70.7	81.5	87.84	95.8	106.8	118.0
5	46.7	64.1	75.9	87.5	94.24	102.8	114.6	126.6
6	49.5	67.9	80.4	92.6	99.82	108.9	121.4	134.1
7	51.9	71.2	84.4	97.3	104.79	114.3	127.4	140.7
8	54.2	74.3	88.0	101.4	109.30	119.2	132.9	146.8
9	56.2	77.1	91.3	105.3	113.44	123.8	137.9	152.3
10	58.1	79.7	94.4	108.8	117.27	127.9	142.6	157.5
11	59.9	82.2	97.3	112.2	120.85	131.8	146.9	162.3
12	61.5	84.4	100.0	115.3	124.21	135.5	151.0	166.8
13	63.1	86.6	102.6	118.2	127.39	139.0	154.9	171.1
14	64.6	88.7	105.0	121.0	130.40	142.3	158.6	175.1
15	66.0	90.6	107.3	123.7	133.27	145.4	162.0	179.0
16	67.4	92.5	109.5	126.2	136.01	148.4	165.4	182.6
17	68.7	94.2	111.6	128.7	138.63	151.3	168.6	186.2
18	69.9	96.0	113.7	131.0	141.15	154.0	171.6	189.6
19	71.1	97.6	115.6	133.3	143.58	156.7	174.6	192.8
20	72.3	99.2	117.5	135.4	145.92	159.2	177.4	196.0
21	73.4	100.7	119.3	137.5	148.19	161.7	180.2	199.0
22	74.5	102.2	121.1	139.6	150.38	164.1	182.9	201.9
23	75.6	103.7	122.8	141.5	152.50	166.4	185.4	204.8
24	76.6	105.1	124.5	143.5	154.56	168.6	187.9	207.6

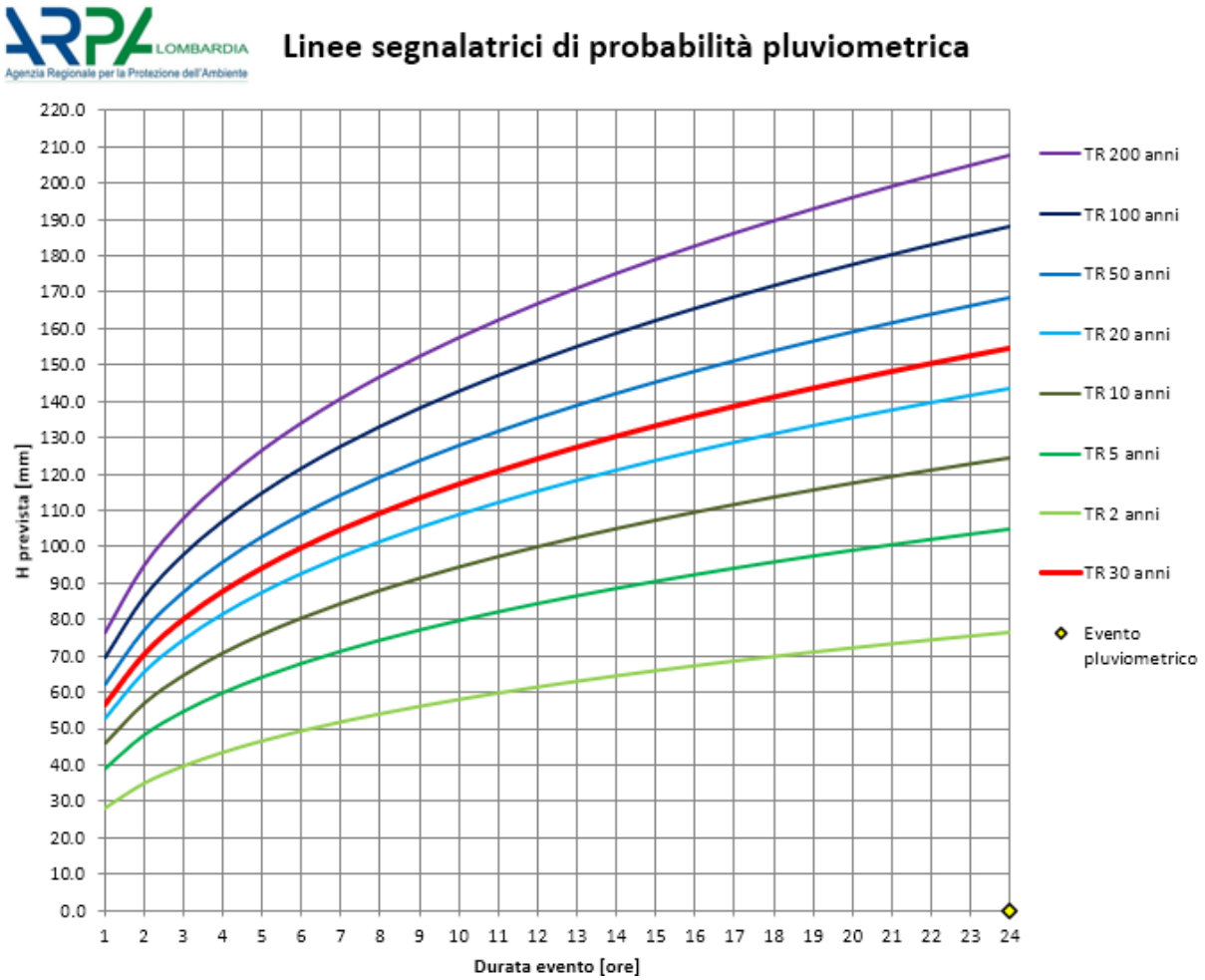


Figura 11.2: Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica.

In funzione delle considerazioni riportate in precedenza, le curve di possibilità ottenute sono:

- Per durante superiori ad un'ora:

  $h(D) = a_1 \, w_T \, D^n$

- Per durante inferiori ad un'ora:

  $h(D) = a_1 \, w_T \, D^{0.5}$

12. STUDIO PRELIMINARE PER L'INVARIANZA IDRAULICA

12.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO – R.R 7/2017

La Regione Lombardia ha approvato i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica (regolamento regionale n. 7 del 23 novembre 2017), come previsto dall'articolo 58 bis della legge regionale n. 12 del 2005 per il governo del territorio.

Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione; in base a tale principio si richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di incaricarsi, attraverso opportune azioni compensative, degli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi mantenere le condizioni di sicurezza nel tempo.

Ai sensi della suddetta normativa e alla luce dell'area di trasformazione considerata sono stati analizzati gli interventi di progetto in termini di superficie occupata dall'intervento e di incremento dell'impermeabilizzazione.

L'allegato C del R.R. 7/2017 riporta l'elenco di tutti i comuni lombardi, indicando per ognuno l'area di criticità idraulica (alta, media o bassa) dei bacini dei corsi d'acqua ricettori in cui ricadono. Tale suddivisione del territorio è fatta "ai fini dell'attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), di cui all'articolo 45 della l.r. 26/2003" (R.R. 7/2017, art. 7, comma 6), prevedendo per ogni area un valore massimo ammissibile di portata meteorica scaricabile nel ricettore e un volume minimo da laminare per il rispetto dell'invarianza idraulica.

Dalla consultazione dell'allegato C sopracitato, il comune di Vittuone risulta ricadere nell'**area B** a media criticità idraulica (Figura 12.1), pertanto il valore massimo ammissibile della portata è pari a **20 l/s** per ettaro di superficie scolante impermeabile e il volume minimo da laminare risulta **500 m^3** per ettaro di superficie scolante impermeabile.

VITTUONE	MI	B	

Figura 12.1: Stralcio allegato C del R.R. 7/2017

Il progetto è suddiviso in due fasi che prevedono la costruzione del datacenter prima nell'area Ovest (fase 1) e poi nell'area Est (fase 2). In particolare, le aree sono così suddivise:

$$Fase\ 1 \rightarrow\ A_1 = 2{,}4\ ha$$
$$Fase\ 2 \rightarrow A_2 = 5{,}8\ ha$$
$$Totale \rightarrow A_{TOT} = 8{,}2\ ha$$

Attualmente il progetto si riferisce solo alla fase 1, tuttavia ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica, per garantire la compatibilità dell'intero intervento (quindi anche delle opere che saranno previste nella fase 2), si considera l'intera area.

Per fare ciò, è stato calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderale sulla base delle superfici scolanti suddivise in permeabili (ϕ=0,3), semi-permeabili (ϕ=0,7) e impermeabili (ϕ=0,9) dedotte dallo stato di progetto (fase 1) e il coefficiente di deflusso medio ponderale è stato poi applicato a tutta l'area (comprendente fase 1 e fase 2).

12.2 STUDIO IDROLOGICO

12.2.1 Scelta del tempo di ritorno

L'evento di pioggia di progetto alla base dei calcoli idrologici e del dimensionamento idraulico è scelto in base al concetto di tempo di ritorno.

Il periodo di ritorno di un evento, definito anche come "tempo di ritorno", è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

La probabilità PN che un evento con tempo di ritorno T si realizzi in N anni è data dalla seguente equazione:

$$PN = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Il grafico in Figura 12.2 mostra l'andamento dell'equazione al variare di N.

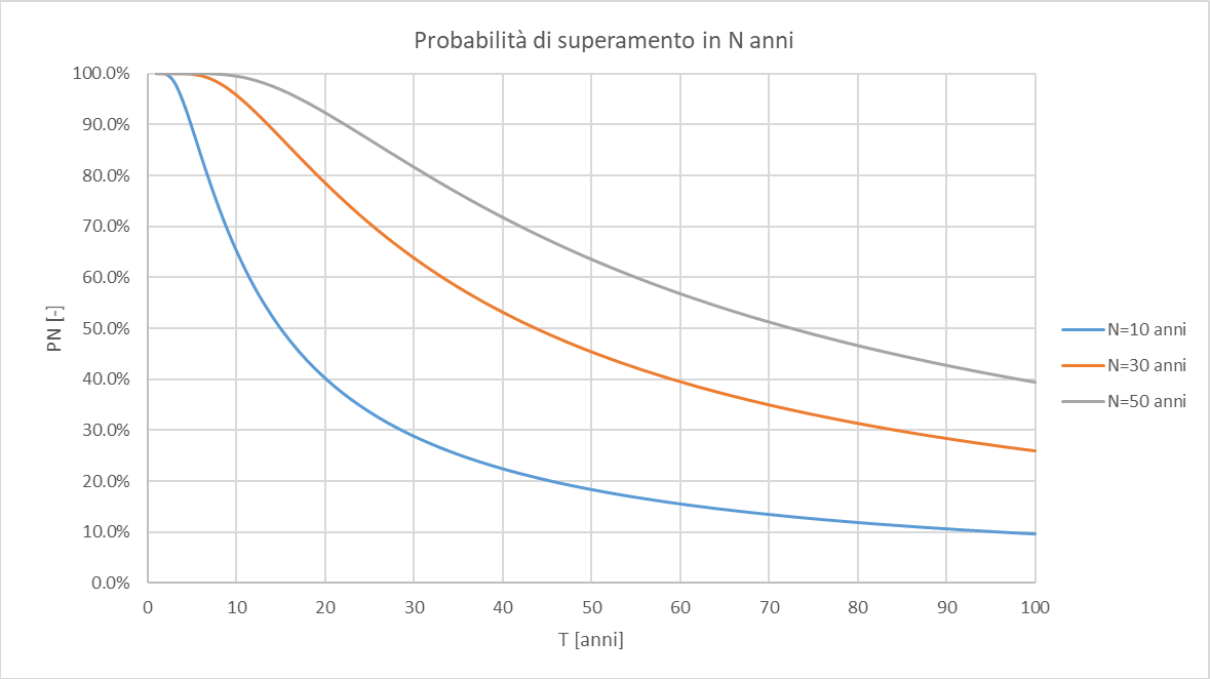


Figura 12.2: Probabilità di superamenti in N anni

Nel caso in esame, il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica previste per la gestione delle acque meteoriche verrà condotto utilizzando un **tempo di ritorno pari a 50 anni e pari a 100 anni per la verifica dei franchi di sicurezza, in accordo con le disposizioni del R.R. 7/2017 e s.m.i.**

12.2.2 Valutazione coefficiente di deflusso medio ponderale

La determinazione della pioggia efficace, ovvero della porzione del volume di precipitazione che contribuisce effettivamente alla formazione dell'onda di piena, è stata eseguita applicando il "metodo percentuale" ϕ.

Questo metodo ipotizza che le perdite idrologiche costituiscano una percentuale costante della quantità di pioggia durante l'evento.

Si considera il coefficiente di deflusso ϕ, caratteristico dell'evento nella sua totalità, come rapporto tra il volume di precipitazione netta (P_{netta}) ed il volume di precipitazione totale (P):

$$\Phi = \frac{P_{netta}}{P}$$

Al fine di ottenere lo ietogramma di pioggia netta, la pioggia sintetica "di progetto" viene moltiplicata per il parametro ϕ, ammettendosi così che i fenomeni di infiltrazione e perdita idrica siano costanti durante tutta la durata dell'evento piovoso.

Il coefficiente ϕ dell'area di intervento viene generalmente calcolato come media ponderata dei coefficienti di deflusso delle sotto-aree assumendo:

- 0,9 per le aree impermeabilizzate;
- 0,7 per le aree semipermeabili;
- 0,3 per le aree a verde permeabili;

Nella Tabella 12.1 vengono riassunte le superfici delle aree scolanti in progetto con i relativi coefficienti di deflusso.

Il deflusso medio ponderale dell'area oggetto di intervento è pari a **ϕ=0,76**.

Tabella 12.1: suddivisione aree scolanti e individuazione del coefficiente di deflusso medio ponderale

TIPO SUPERFICIE	AREA [M2]	AREA [HA]	COEFF. DEFLUSSO Φ [-]
Aree permeabili	6 935	0,7	0,3
Aree semi-permeabili	1 108	0,1	0,7
Aree impermeabili	23 120	2,3	0,9
Area totale	31 163	3,1	**0,76**

12.2.3 Superficie scolante impermeabile

Considerando che l'intervento in oggetto è suddiviso in due fasi successive, di superficie rispettivamente pari a 2,4 ha e 5,8 ha, nell'ottica di garantire l'invarianza per entrambe le fasi e progettare delle opere idrauliche che siano ampliabili e adattabili anche ad un eventuale allargamento dell'area di intervento (fase 2), sono stati effettuati i calcoli considerando entrambe le fasi cautelativamente.

Dopo aver definito il coefficiente di deflusso medio ponderale ϕ, è stato possibile calcolare la superficie scolante impermeabile (A_{imp}) per ogni fase, dal prodotto tra l'area (A) e il coefficiente di deflusso ϕ.

$$A_{imp} = \Phi \cdot \mathrm{A}$$

$$Fase\ 1 \rightarrow A_{imp,1} = 1{,}8\ ha_{imp}$$
$$Fase\ 2 \rightarrow A_{imp,2} = 4{,}4\ ha_{imp}$$
$$Totale \rightarrow A_{imp,TOT} = 6{,}2\ ha_{imp}$$

12.2.4 Individuazione classe di intervento

La Tabella 1 dell'articolo 9 del R.R. 7/2017 (Figura 12.3: regolamento regionale di invarianza idraulica della regione Lombardia (R.R. 7/2017) – Tabella 1) classifica gli interventi in funzione dell'impermeabilizzazione potenziale sulla base della superficie dell'intervento (2,4 ha se si considera solo la fase 1 e **8,2 ha** se si considera l'intera area) e del coefficiente di deflusso medio ponderale (**0,76**).

Nel caso in esame, l'intervento ricade nella Classe "*impermeabilizzazione potenziale alta*" ai sensi dell'art. 9 del R.R. 7/2017, qualsiasi fase si considera.

Per questa classe di intervento, la normativa richiede l'applicazione della procedura di calcolo dettagliata, che sarà applicata nelle successive fasi progettuali, nell'ambito della redazione del progetto di invarianza idraulica da allegare al permesso di costruire.

Tabella 1

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO – AMBITI TERRITORIALI (articolo 7) – Aree A, B	MODALITÀ DI CALCOLO – AMBITI TERRITORIALI (articolo 7) – Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Figura 12.3: regolamento regionale di invarianza idraulica della regione Lombardia (R.R. 7/2017) – Tabella 1

12.2.5 Calcolo preliminare del volume di laminazione

In questa fase progettuale preliminare, è stato fatto un calcolo di massima del volume di laminazione necessario a garantire l'invarianza idraulica con due approcci differenti:

A. Volume calcolato sulla base dei valori minimi richiesti da normativa R.R. 7/2017 per la criticità idraulica del comune in oggetto (B). Considerando un volume minimo unitario $w_1 = 500$ mc/ha$_{imp}$ e una portata scaricabile pari a q_1=20 l/s/ha$_{imp}$, si calcola il volume minimo di laminazione e la portata massima ammissibile allo scarico;

B. Volume calcolato sulla base dei valori minimi richiesti da normativa R.R. 7/2017 per aree a criticità alta (A), cioè w_2 = 800 mc/ha$_{imp}$ e q_2 =10 l/s/ha$_{imp}$.

Tabella 12.2: risultati calcolo volume e di laminazione e portata massima ammissibile allo scarico con i due approcci proposti e per le diverse fasi di progetto.

FASE INTERVENTO	APPROCCIO A		APPROCCIO B	
	w_1 = 500 mc/ha_{imp}	q_1=20 l/s/ha_{imp}	w_2 = 800 mc/ha_{imp}	q_2=20 l/s/ha_{imp}
Fase 1	$W_{1,A}$ = 912 m^3	$Q_{1,A}$ = 36 l/s	$W_{1,B}$ = 1 459 m^3	$Q_{1,A}$ = 18 l/s
Fase 2	$W_{2,A}$ = 2 204 m^3	$Q_{2,A}$ = 88 l/s	$W_{2,B}$ = 3 526 m^3	$Q_{2,A}$ = 44 l/s
Totale	$W_{TOT,A}$ = 3116 m^3	$Q_{TOT,A}$ = 125 l/s	$W_{TOT,B}$ = 4 956 m^3	$Q_{TOT,A}$ = 62 l/S

In accordo con il cliente è stato scelto di utilizzare per le valutazioni di questo studio l'approccio B anche per la fase 1 e quindi i parametri minimi da normativa per l'invarianza idraulica (RR 7/2017) più restrittivi, considerando la classe di criticità alta (classe A), sia in virtù della tipologia di opera sia in coerenza a quanto richiesto da RR per la fase 2 che risulta essere un ambito di trasformazione da PGT.

13. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PER LE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA

13.1 IPOTESI POSIZIONAMENTO BACINO DI LAMINAZIONE E INFILTRAZIONE E DESCRIZIONE DELL'OPERA

Sulla base della topografia del sito, del masterplan relativo alla fase 1, delle modalità di attuazione del progetto (prevista in due fasi), dello spazio necessario al reperimento dei volumi di laminazione stimati preliminarmente si è individuata come posizione ottimale del volume di laminazione quella in corrispondenza alla fascia di rispetto del metanodotto SNAM nell'area verde ribassata prevista in progetto, confinante con il lato Sud del sito. L'area disponibile è lunga circa 210 metri e larga circa 22 metri (Figura 13.1).

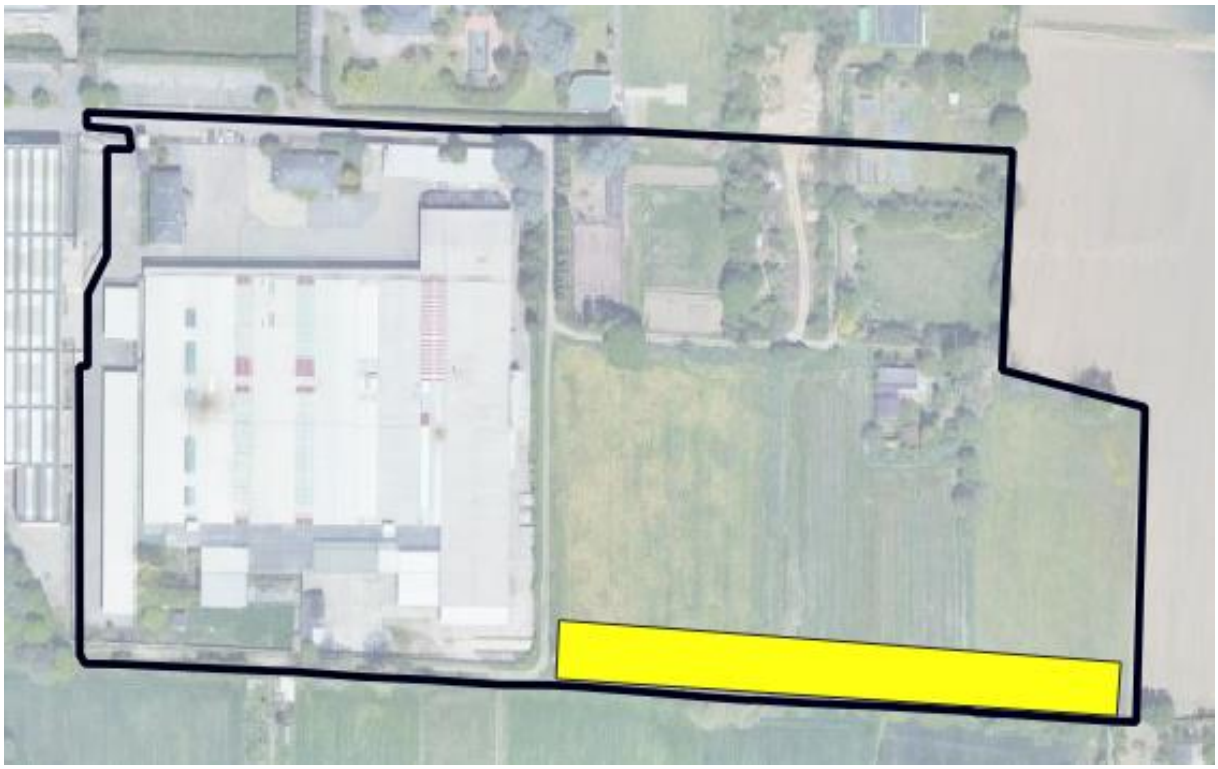


Figura 13.1: area disponibile individuata per il posizionamento del bacino di laminazione (in giallo).

La posizione individuata è stata valutata come ottimale per i seguenti motivi:

- è coerente con la topografia e con il reticolo di drenaggio naturale del sito;
- non interferisce con la fase 2;
- può essere facilmente ampliato per accogliere i volumi di laminazione per l'invarianza idraulica della fase 2.

All'interno dell'area individuata, si è verificato in via preliminare che lo spazio a disposizione fosse sufficiente a reperire i volumi di laminazione calcolati. Noto il volume da laminare, è stata ipotizzata un'altezza utile per calcolare la superficie di ingombro del bacino.

L'altezza massima del livello all'interno della vasca ottenuto è pari a 70 cm da cui consegue un bacino rettangolare di dimensione 210 m x 10 m con un buffer perimetrale di compensazione topografica tra piano campagna e fondo della vasca (le sponde del bacino sono pensate in questa fase con inclinazione 1V/2H, 1V/3H).

Il valore del tirante è stato ottenuto considerando i seguenti vincoli:

- il fondo del bacino permeabile dovrà avere una distanza minima di franco dal livello della falda di almeno 1 metro. Il livello di falda dalle ultime misurazioni si trova tra i -3,0 e i -3,5 m da p.c.
- il volume di laminazione deve trovarsi al di sotto della quota di immissione della tubazione al bacino, posizionata in corrispondenza del lato Ovest coerentemente alla topografia degradante del sito.

Nella successiva fase progettuale sarà necessario approfondire i seguenti aspetti effettuando le opportune verifiche:

- verificare eventuali vincoli da contaminazione/capping;
- valutare i limiti di distanza dal confine catastale, eventuali prescrizioni di enti coinvolti e accessi per la manutenzione e la gestione del bacino;

La tipologia di opera prevista è un bacino di laminazione e infiltrazione che consente l'accumulo del volume di laminazione calcolato per la fase 1 (1460 m^3).

Volendo considerare anche il volume calcolato sulla fase 2 (in totale 4985 m^3), si dovrebbe prevedere un ulteriore accumulo di circa 3520 m^3. Per garantire l'accumulo di tale differenza di volume, si propongono le seguenti opzioni cumulabili:

- ingrandimento dell'area di installazione del bacino verso Nord occupando tutta la fascia di rispetto del metanodotto (22 metri circa) ed eventualmente restringendo la parte edificata da progettare nella fase 2;
- utilizzo di un'opera di accumulo mista, in parte costituita da un bacino di laminazione e infiltrazione, come descritto nel presente paragrafo, ed in parte integrata con un serbatoio di accumulo in cls. La vasca in cls sarebbe posizionata sul lato Est del bacino previsto e le dimensioni sono da verificare sulla base dei calcoli della fase 2. All'interno della vasca sarà inserito il sistema di pompaggio per lo scarico in pressione.
- inserimento nel masterplan di fase 2 di opere di laminazione e/o infiltrazione primarie a differenza della fase 1 dove per limitazioni di masterplan e di matrice di suolo esistente non è stato possibile prevedere accumuli primari aggiuntivi.

Sarà necessario prevedere un trattamento in continuo di dissabbiatura e disoleatura all'ingresso dell'opera di accumulo.

Si specifica che il volume di laminazione calcolato corrisponde al volume utile nella vasca, quindi quello contenuto al di sotto della quota di fondo tubo in ingresso al baicno.

Infine si sottolinea che vista la sensibilità dell'asset, si raccomanda di dimensionare i volumi di laminazione nella successiva fase progettuale con tempi di ritorno superiori a quelli previsti dalla normativa R.R. 7/2017, anche in considerazione del *climate change.*

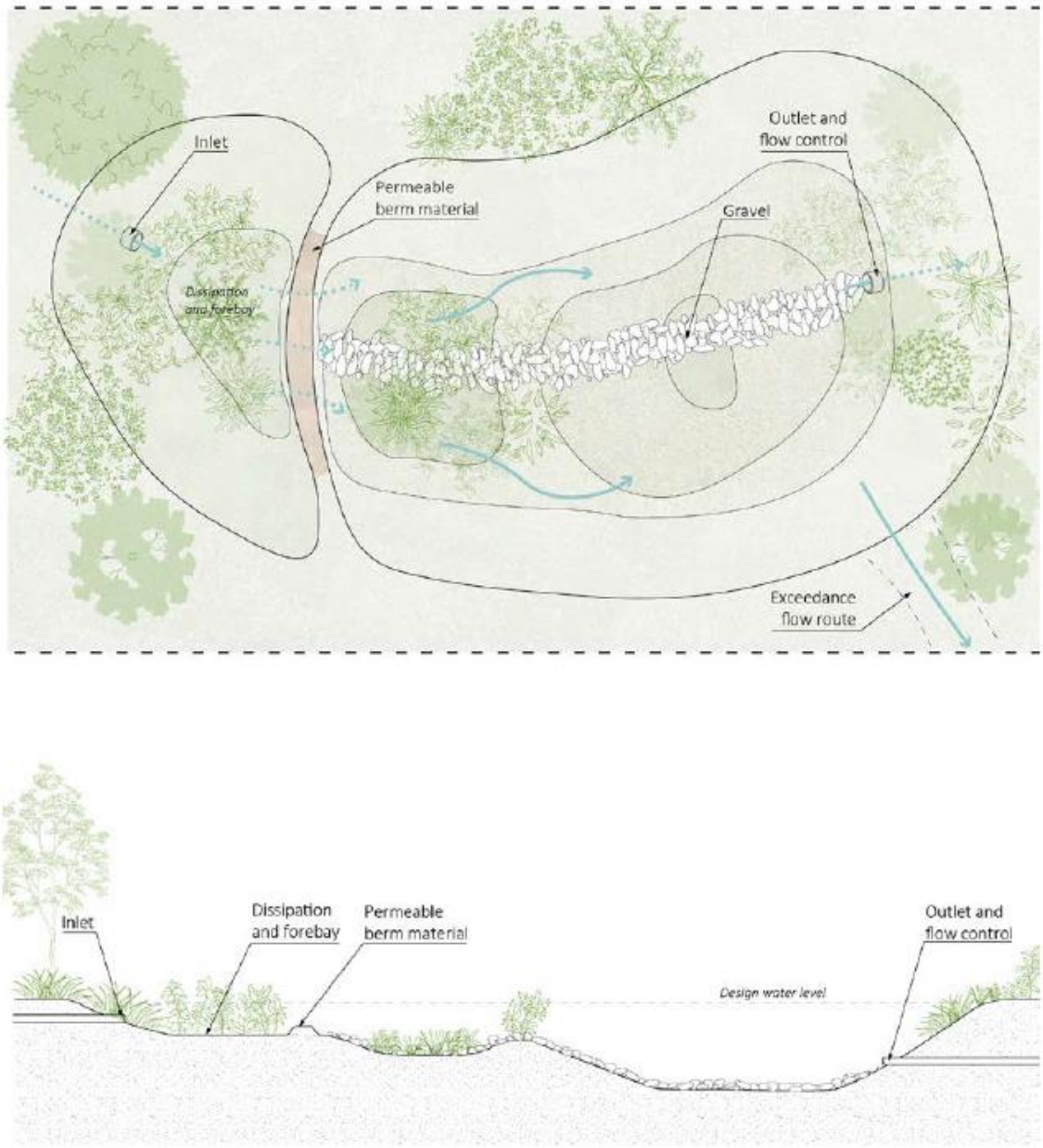


Figura 13.2: tipologico bacino di laminazione e infiltrazione

Figura 13.3: esempio di bacino di detenzione e infiltrazione

13.2 INDIVIDUAZIONE DEL RICETTORE DI SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE

In linea generale, le possibilità per lo scarico delle acque meteoriche sono:

1. Fognatura, da escludere in quanto non è concesso da regolamento del gestore;
2. Scarico su suolo e sottosuolo mediante opere di infiltrazione
3. Scarico in corpo idrico superficiale, in pressione o a gravità.

Nel presente progetto si propone in questa fase una combinazione di sistemi di drenaggio sostenibili (opere di infiltrazione posizionate sul fondo del bacino) e di scarico in CIS.

Le opere di infiltrazione, compatibilmente con la permeabilità del sito e il livello di falda individuati potranno essere fossi o trincee drenanti posizionate sul fondo del bacino in progetto.

Il CIS più vicino al punto di scarico e quindi, in questa fase, ipotizzato come ricettore (da verificare gestione, condizioni, compatibilità idraulica ecc. nella prima fase progettuale) è la roggia parallela al lato Sud dell'impianto. A favore di sicurezza si ipotizza che lo scarico avverrà in pressione il che ottimizza il volume di laminazione e svincola dal raggiungimento a gravità al corpo idrico ricettore. Inoltre, lo scarico in pressione è più sicuro in quanto non risulta soggetto a rigurgiti dal ricettore.

Il punto di scarico dal bacino è ipotizzato sul lato più ad Est dove verrà inserita l'eventuale vasca in cls che potrebbe contenere il sistema di pompaggio per lo scarico in pressione.

Si prevede inoltre un ulteriore scarico per troppo pieno emergenziale.

L'opzione suggerita, da verificare in una successiva fase progettuale, è stata scelta sulla base dei seguenti criteri:

- considerando l'estensione dell'impermeabilizzazione del masterplan, il tipo di asset richiede la progettazione considerando tempi di ritorno elevati, con grossi volumi da gestire, è escluso in questa fase il solo utilizzo dell'infiltrazione

- La falda è risultata superficiale e deve essere approfondito il suo livello in quanto governa la posizione del fondo del bacino e la fattibilità di infiltrazione;
- I valori di permeabilità dalle prove permettono l'infiltrazione ma solo per smaltire una parte del volume di laminazione. In base ai valori di permeabilità si consiglia di utilizzare dei sistemi di infiltrazione più diffusi all'interno del masterplan piuttosto che puntuali.

13.3 INSERIMENTO NBS ALL'INTERNO DEL MASTERPLAN

La riduzione della permeabilità all'interno del masterplan con inserimento di NBS nel sito di progetto avrebbe il doppio vantaggio di ridurre i volumi di laminazione e quindi ridurre la dimensione delle opere previste per l'accumulo e permettere una gestione più efficiente degli eventi meteorici più frequenti.

Si propone di inserire delle pavimentazioni permeabili in corrispondenza dei parcheggi, ove possibile, ed in particolare nella zona dove sono previsti parcheggi a Nord dell'area di fase 1.

Di seguito si mostrano dei tipologici e delle immagini di suggestione per l'inserimento degli NBS all'interno del masterplan.

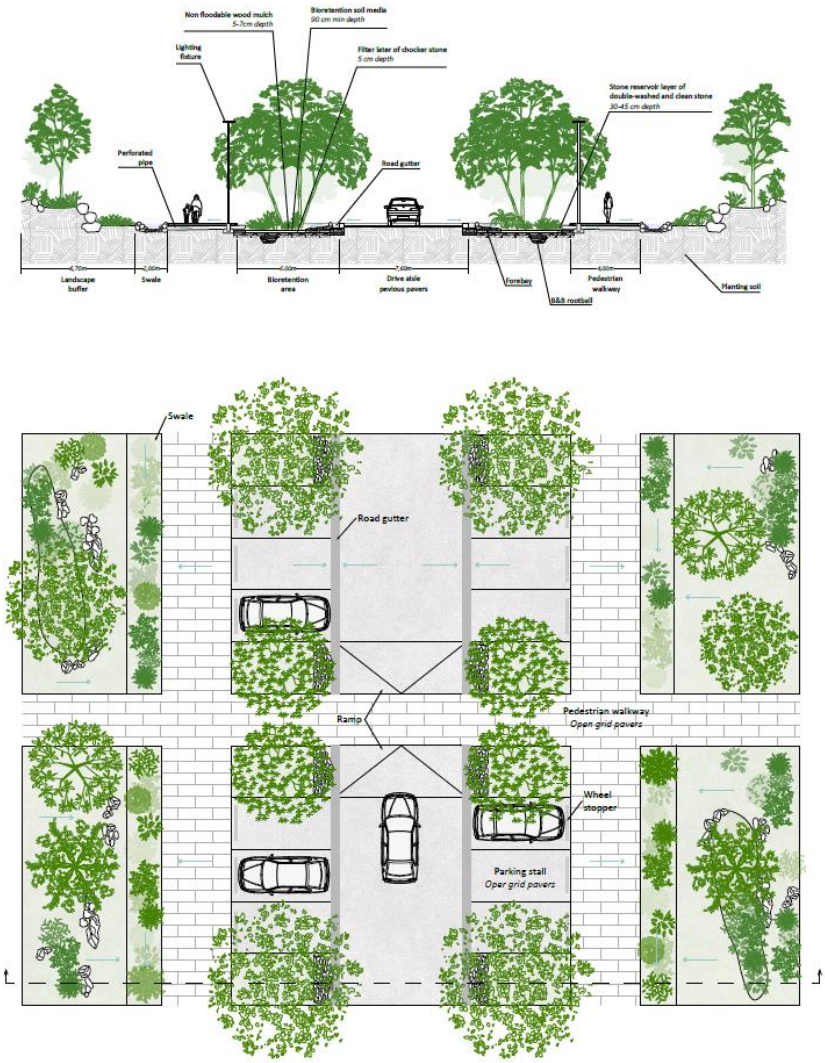


Figura 13.4: planimetria e sezione dettagliata di un esempio di NBS (bioretention pockets) tra gli stalli dei parcheggi delle auto

Figura 13.5: esempio NBS (bioretention pockets) tra i parcheggi.

Inoltre, si propone di inserire un tetto verde al sopra dell'edificio degli uffici. Di seguito alcuni esempi.

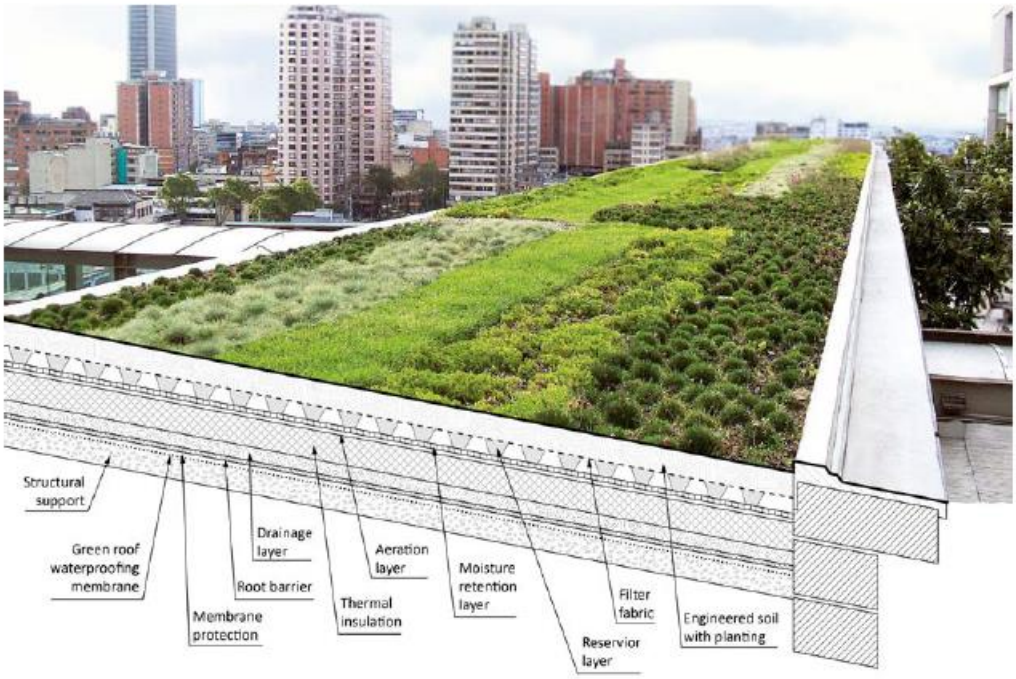


Figura 13.6: tipologico di un tetto verde

Figura 13.7: esempio tetto verde

14. CONCLUSIONI

È stata condotta un'analisi topografica del sito utilizzando un DTM con risoluzione spaziale 1x1 metri, basato su dati Lidar. Il terreno presenta una pendenza media dello 0,5% da Nord a Sud, confermata anche da rilievi in situ. Da rilievo in sito si è rilevato anche un dislivello di circa 60 cm nella strada adiacente al lato Sud da Ovest ad Est.

La falda, misurata a settembre/ottobre 2024, si trova tra 3,0 e 3,7 m da p.c., con oscillazioni stagionali legate ai periodi irrigui. Sarà necessario prevedere una campagna di monitoraggio della falda al fine di attestare i livelli medi, minimi e massimi stagionali e annuali per definire i valori di riferimento da assumere nelle diverse discipline.

I risultati delle prove di permeabilità LeFranc indicano un coefficiente di circa 6,6 E-06 m/s.

Lo studio ha identificato come principali elementi idrici una roggia a Ovest del sito ("Vittuone 2") e una roggia lungo il confine Sud, in collegamento con il Fontanile Grande. La roggia individuata dai vari reticoli risulta invece non in funzione.

È stata effettuata una simulazione idrologica con il software TauDEM, che ha evidenziato un drenaggio uniforme da Nord a Sud e la presenza di spartiacque naturali a Est (Fontanile Grande) e Nord (via Pascoli).

La simulazione presenta alcune limitazioni: la topografia risale al 2015 e non considera modifiche recenti, eventuali condotte sotterranee, interferenze con la falda, accumuli superficiali o il drenaggio fognario nelle aree urbanizzate.

È stata effettuato un inquadramento della pericolosità da cui è risultato che il sito non ricade all'interno di nessuna area mappata dal PAI e PGRA.

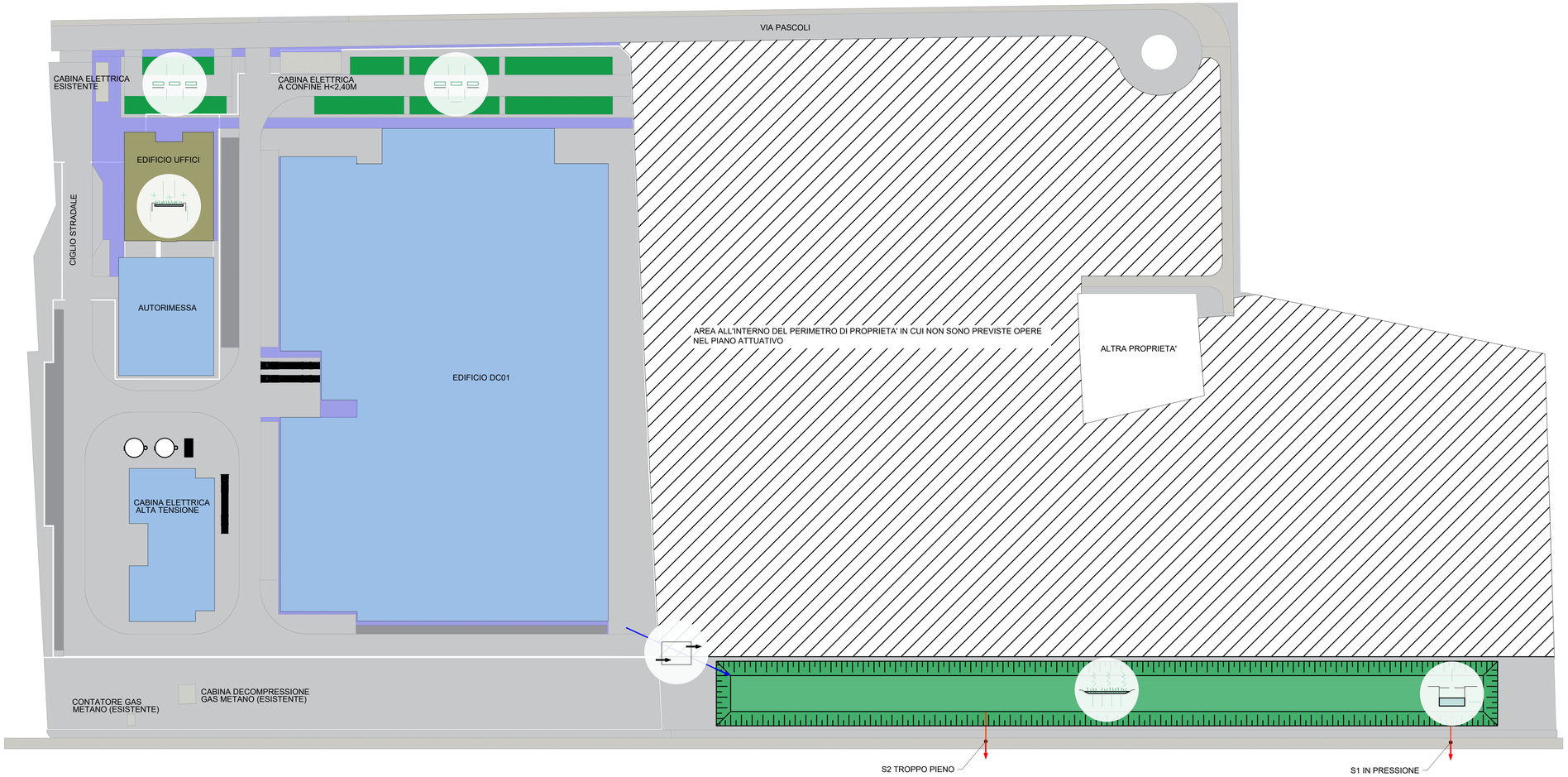
Lo studio è proseguito con una analisi preliminare per l'invarianza idraulica, in cui è stata individuata la categoria B (media criticità idraulica) del comune di Vittuone. Tuttavia, in virtù anche del fatto che la fase 2 ricade all'interno di aree identificate come "ambiti di trasformazione" e cautelativamente, i calcoli sono stati effettuati con i parametri minimi da normativa più restrittivi (quelli relativi alla categoria A, elevata criticità idraulica).

Il coefficiente di deflusso per la fase 1 è stato calcolato a $\phi = 0,76$, applicato anche alla fase 2 per ipotesi di similarità. La classificazione dell'intervento rientra in una classe di impermeabilizzazione alta, richiedendo l'applicazione della procedura dettagliata per il calcolo dei volumi di laminazione nelle fasi progettuali successive.

Sono stati calcolati preliminarmente i volumi di laminazione e le portate massime ammissibili, ipotizzando di posizionare la vasca di laminazione nella fascia di rispetto del metanodotto lungo il confine Sud del sito. È stato individuato l'ingombro del bacino di laminazione e infiltrazione. Il bacino potrà essere ampliato per adattarsi alla fase 2, includendo una vasca impermeabilizzata in cls per sfruttare lo spazio anche sotto il livello di falda.

Il ricettore principale di scarico è stato ipotizzato come la roggia a Sud, integrata con opere di infiltrazione. Infine, è stato suggerito di includere soluzioni basate sulla natura (NBS) nel masterplan per gestire meglio gli eventi meteorici frequenti e ridurre il volume di laminazione.

PIANTA
SCALA 1:500



LEGENDA INTERVENTI

- BACINO LAMINAZIONE E INFILTRAZIONE
- VASCA IN CLS
- TRATTAMENTO IN CONTINUO
- COPERTURA VERDE
- PARCHEGGI PAVIMENTAZIONE PERMEABILE
- PUNTO DI IMMISSIONE
- SCARICO
- SUPERFICIE DRENANTE PAVIMENTATA

REDATTO	APPROVATO	DESCRIZIONE	REV.	DATA
C. Ferraro	F. Lassini	-	0	10/2024

OTTOBRE 2024

DBA PRO

VITTUONE DATA CENTER

LOCALITÀ: VITTUONE

COMUNE: VITTUONE (MI)

Piano Attuativo per la realizzazione di un datacenter

ELABORATO 04

STRATEGIA DI APPLICAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA

ALLEGATO 1_PLANIMETRIA OPERE IDRAULICHE

Progettista
Santina Maddè / Ordine Ing. Prov. MI n. A21616

Coordinamento
Carolina Ferraro / Ordine Ing. Prov. MI n. A34426

Codice elaborato
3372_6299_R04_RevO_Strategia di applicazione dell'invarianza idraulica

Montana S.p.A.
Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 12 61 71 | Fax +39 02 54 12 08 98
Milano | Sede Certificata (ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | in sede
C. F. e P. IVA 104 14770156
Cap. Soc. 600.000,00 €
www.montanaambiente.com